VITTORIO EM. III

FONDO PIZZOFALCONE

NAZIONALE
BIBLIOTECA
B. Prov.
Miscellanea
C
4
24
VITTORIO EM. III
NAPOLI

BIBLIOTECA PROVINCIALE
misc. Ei 4. 24
Armadio XXIII
Palchetto
Num° d' ordine 12
2910

Digitized by Google

SUPPLÉMENT

AU TRAITÉ

DES MONTRES A LONGITUDES,

SUIVI

DE LA NOTICE DES RECHERCHES DE L'AUTEUR, DEPUIS 1752 JUSQUES EN 1807.

PAR FERDINAND BERTHOUD,

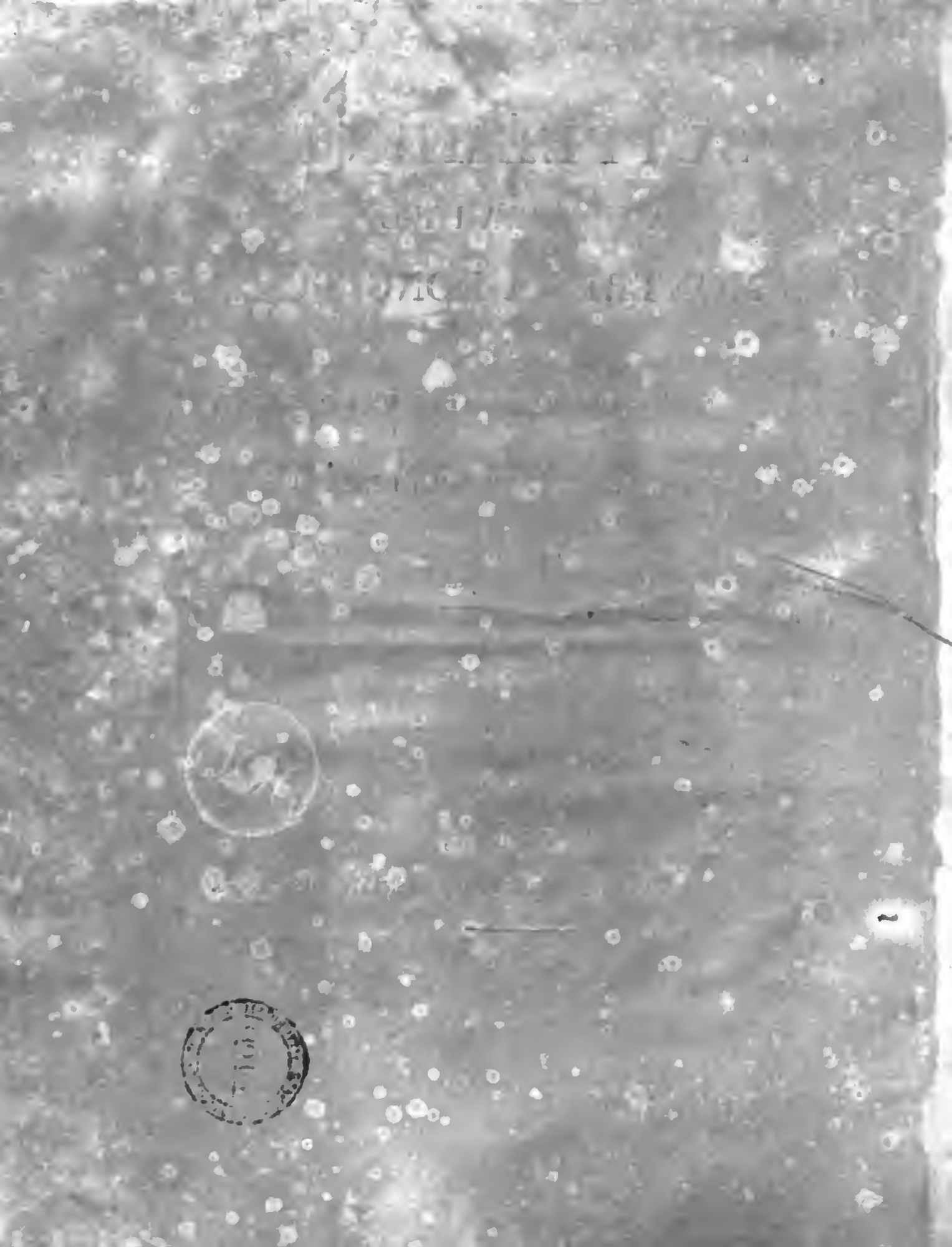
Mécanicien de la Marine, Membre de l'Institut National de France, et de la Société Royale de Londres, Membre de la Légion d'Honneur.

A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE J.-M. EBERHART, RUE DES MATHURINS, N° 10.

1807.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI



AVERTISSEMENT DE L'AUTEUR.

Depuis 1789, jusqu'en 1806, j'ai construit et fait exécuter diverses combinaisons d'Horloges et de Montres à Longitudes et d'Horloges Astronomiques à pendule. J'ai conservé pour mon instruction particulière toutes ces Montres et Horloges sans en vouloir céder aucune. Parmi ces différentes machines que j'ai maintenant sous les yeux, j'ai pu juger quelles sont celles qui méritent la préférence. Je présente ici aux Artistes la Montre n° 50, comme la plus propre à déterminer les Longitudes à la mer et à terre, et servir de Montre portative. Cette Montre doit sa justesse à la nature de ses principes et à la simplicité de sa composition. Elle a un régulateur puissant qui a peu de frottement : la construction de cette Montre est simple et d'une exécution sûre, et c'est le nouvel examen et les expériences que j'ai faites avec la Montre n° 50 qui m'ont servi à perfectionner la petite Horloge horizontale n° 73, dont je donnai la construction, chapitre II, et de la Montre verticale portative n° 72, dont on trouvera une notion, chapitre III.

Je présente dans le chapitre IV les principes de construction et d'exécution des Montres Astronomiques, tels que je les établis dès 1774 et 1775. On trouve dans ce chapitre une notion de la Montre Astronomique que j'ai fait exécuter en 1806.

Cette Montre Astronomique de poche est destinée à l'Observateur qui veut déterminer les Longitudes à terre. En rendant la Montre horizontale, comme je l'ai fait, elle peut servir étant, placée sur une suspension, à fixer les Longitudes à la mer.

Le chapitre V contient la description d'une petite Horloge Astronomique dont le pendule est à demi-secondes. Cette Horloge, par le degré de perfection auquel elle est portée, peut suppléer à l'usage des grandes Horloges à secondes, sur-tout pour l'Observateur qui voyage.

On trouve dans le chapitre VI l'Indication des règles, observations et calculs à mettre en usage par l'Observateur qui fait usage des Montres Astronomiques.

TABLE DES CHAPITRES.

CHAP. I. *Construction, dimensions et épreuves de la Montre verticale et portative, n° 50, destinée à déterminer les Longitudes en mer et à terre*..... Page 1

CHAP. II. *Construction de l'Horloge Horizontale, n° 73, destinée à déterminer les Longitudes à la mer*..... Page 6

CHAP. III. *De la Montre à Longitudes verticale et portative, n° 72, sur la Construction de la Montre, n° 50*..... Page 16

CHAP. IV. *Des Montres Astronomiques de poche, destinées à servir aux Observations relatives à l'Astronomie, à la Géographie et à la Navigation*..... Page 19

CHAP. V. *Description d'une petite Horloge Astronomique, pendule à demi-seconde, portant sa compensation, avec l'Echappement à vibrations libres, exécutée en 1791 et rectifiée en 1803*..... Page 33

CHAP. VI. *Indiction des Règles, Observations et Calculs, à mettre en usage pour faire servir les Montres Astronomiques ou d'Observations, 1°, à temps égal; 1°, à l'usage ordinaire du Public; 2, à la détermination des longitudes terrestres et marines*..... Page 41

APPENDICE *contenant la Notice ou Indication des principales Recherches et Travaux faits par* Ferdinand Berthoud, *sur diverses parties des Machines qui mesurent le Temps, depuis 1752 jusques en 1807, accompagné d'observations et d'éclaircissemens*..... Page 47

FIN DE LA TABLE DES CHAPITRES.

SUPPLÉMENT
AU TRAITÉ
DES MONTRES A LONGITUDES.

CHAPITRE PREMIER.

Construction, dimensions et épreuves de la Montre verticale et portative, n° 50, destinée à déterminer les longitudes en mer et à terre.

1. L'EXÉCUTION de la Montre n° 50, commencée en 1792, ne fut terminée qu'en 1793 ; elle eſt faite ſur le plan même de la Montre n° 47 perfectionnée. J'ai donné les deſcriptions de ces deux Montres, avec beaucoup de détails, dans le *Traité des Montres à longitudes*, imprimé en 1792. La deſcription de la Montre n° 47 (1), eſt placé depuis le n° 93 de ce traité, juſqu'à celui 180; & ce qui appartient à la Montre n° 50, depuis le n° 772, du même ouvrage, juſqu'au n° 830.

Uſages de la Montre n° 50.

2. 1°. D'être portative portée verticalement par un cordon à ſautoir, & logée dans le creux de l'eſtomac.

(1) La Montre n° 47 fut exécutée en 1791. Ce ne fut qu'en 1795 que je fis à cette machine les changements que j'avois indiqués dans le Traité des Montres, n° 772 & ſuivants, employés dans la Montre n° 50. La Montre n° 47 faiſoit cinq vibrations par ſeconde; je lui en fis battre quatre. La compenſation des effets du chaud & du froid étoit produite par le ſpiral ; je la ſupprimai pour adapter un balancier à compenſation. Par ces corrections, cette Montre a acquis un grand degré d'exactitude.

3. 2°. De ſervir en mer, étant placée ſur une ſuſpenſion pareille à celle repréſentée planche 1, fig. 7, de la *Suite du Traité des Montres à Longitudes.*

4. 3°. De donner les longitudes terreſtres étant placée verticalement & marchant dans la chaiſe de l'obſervateur, les effets de la ſuſpenſion étant ſuſpendus.

5. 4°. Etant poſée ſur la cheminée ou ſur une table placée ſur ſa ſuſpenſion, la Montre tiendra lieu d'Horloge aſtronomique.

Conſtruction de la Montre portative & verticale, n° 50.

6. Le balancier ou régulateur de cette Montre fait quatre vibrations par ſeconde ; il a quatorze lignes de diamètre.

7. Le balancier porte la compenſation des effets de la température : cette correction eſt achevée par un pince ſpiral formé par une lame compoſée placée au dehors du mouvement.

Le ſpiral porté par l'axe de balancier eſt iſochrone, & trempé tout plié.

8. Un des pivots du balancier tourne entre trois rouleaux, & l'autre dans le trou d'un pont : les deux bouts de l'axe du balancier ſont retenus chacun par un rubis.

9. L'échappement eſt à vibrations libres : ainſi l'aiguille fait deux battemens à chaque ſeconde.

Rouage.

10. La roue de fuſée fait un tour en quatre heures ; elle a 80 dents & 9 lig. $\frac{8}{12}$ de diamètre ; elle engrène dans le pignon 20 que porte la roue de minute.

La roue de fuſée porte à ſon centre le pignon de renvoi de la roue des heures : ce pignon a 24 dents, la roue des heures 72 & 8 lig. $\frac{1}{12}$ de diamètre.

La roue de minute a 96 dents & 10 lig. $\frac{1}{12}$ de diamètre : elle engrène dans le pignon 12 qui porte la roue moyenne.

11. La roue moyenne a 90 dents & 9 lig. $\frac{1}{4}$ de diamètre : elle engrène dans le pignon 12 de la roue des ſecondes.

La roue de ſecondes a 96 dents & 9 lig. $\frac{1}{12}$ de diamètre : elle engrène dans le pignon 12 de la roue d'échappement.

La roue d'échappement a 15 dents & 7 lig. de diamètre.

Le cercle d'échappement 2 lig. $\frac{1}{4}$ de diamètre.

Dimenſions des Pivots.

12. Pivots de fuſée 1 ligne.
De minute 0 lig. $\frac{12}{48}$.
Moyenne 0 lig. $\frac{8}{48}$.
Seconde 0 lig. $\frac{5}{48}$.
D'échappement 0 lig. $\frac{3}{48}$.
Des rouleaux 0 lig. $\frac{3}{48}$.
Balancier, celui qui tourne entre les rouleaux, 0 lig. $\frac{10}{48}$.
L'autre 0 lig. $\frac{3}{48}$.
La détente de l'échappement 0 lig. $\frac{3}{48}$.

Le Régulateur.

13. Le balancier de la Montre n° 50 eſt repréſenté Planche III, B, *fig.* 4 du *Traité des Montres à Longitudes.*

La lame de ſupplément de la même Montre eſt repréſentée Planche III, *fig.* 4 & 6 du même Traité.

Voici les dimenſions du balancier.

14. Les deux maſſes de compenſation. pèſent enſemble 10 grains $\frac{5}{8}$.

15. Les deux lames compoſées pèſent, avec les vis des maſſes, 29 $\frac{4}{8}$.
Parties mobiles 12 $\frac{5}{8}$.
Le cercle de balancier pèſe ſeul 16
Les deux pitons 13
Nota. Le cercle, ayant été mis d'équilibre, pèſe 16 partie fine.
Le balancier pèſe en tout 28 gros $\frac{1}{8}$

15. La Montre fut nettoyée le 4 Juin 1799, & la compenſation réglée.

Le balancier décrivoit 190 degrés, demi-arc.

Aujourd'hui, 20 Juillet 1805, le balancier décrit 180 degrés, demi-arc.

Suite de la Conſtruction & des Dimenſions de la Montre n°. 50.

16. La boîte qui contient la Montre eſt faite en cuivre, de la forme d'un tambour : le fond de cette boîte eſt bombé comme le criſtal, & ſoudé à la virole ; la *batte* qui reçoit le mouvement eſt ſoudée à la virole ; à cette batte eſt formée la charnière de la lunette qui porte le criſtal : la platine-cadran, ou des piliers du mouvement, s'attache à la batte par quatre vis.

Sur le haut du tambour eſt attaché ou ſoudé le *portant* de la belière qui doit recevoir le cordon.

Au bas du tambour eſt ajuſté à *queue d'aronde* un pied qui ſert à porter verticalement la Montre, lorſqu'on veut la faire marcher ſur une table ou ſur la cheminée.

Ce pied doit être retiré lorſqu'on veut porter la Montre ſur ſoi.

17. Le quarré de remontoir de la Montre eſt en dehors de la platine-cadran.

La clef de remontoir porte un encliquetage qui empêche de remonter le reſſort en tournant à rebours.

La boîte de cette Montre a 32 lignes de diamètre en dehors de la virole ou tambour.

La hauteur totale de la boîte, y compris le criſtal, eſt de 18 lignes.

Cadrans.

18. Les heures, les minutes & les ſecondes, ont chacune leur cadran particulier : ils ſont excentriques à la platine du rouage qui les porte ; les aiguilles qui répondent à ces cadrans ſont ajuſtées ſur les pivots prolongés, 1°. de la roue des heures, conduite par un pignon porté par le centre de la roue de fuſée ; 2°. par le pivot prolongé de la roue qui fait un tour par heure ; 3°. de la roue de ſecondes, qui fait un tour par minute.

Digitized by Google

19. Le mouvement de la Montre eſt compoſé de quatre platines, deux grandes et deux petites, formant entr'elles trois cages : la plus grande, contient le rouage & l'échappement ; la ſeconde, ſert à loger le balancier ; et la troiſième, les rouleaux.

20. La platine-cadran a 30 lig. de diamètre.
La ſeconde platine 28 lig. $\frac{1}{2}$.
La platine du balancier 22 lig. $\frac{1}{2}$.
Celle des rouleaux 22 lig. $\frac{1}{2}$.

Hauteur des piliers.

21. Du rouage 4 lig.
Du balancier 2 lig. $\frac{4}{12}$.
Des rouleaux 1 lig. $\frac{8}{12}$.

La hauteur du barillet est de 4 lignes, ſon diamètre 10 lig. $\frac{1}{2}$ en dehors de la virole : le reſſort moteur tire 12 gros du levier, la fuſée fait un tour en quatre heures.

La lame de ſupplément a $\frac{5}{48}$ lig. d'épaiſſeur, acier & cuivre compris.

Epreuve faite avec la Montre n° 50.

22. Cette Montre fut nettoyée pour la ſeconde fois le 4 Juin 1799, & depuis cette époque elle ne l'a point été, & cependant elle m'a ſervi à toutes mes épreuves, & le balancier décrit encore 360 degrés, c'eſt-à-dire 20 degrés de moins qu'en 1799, (il y a six ans); & les effets de la compenſation ſont ſenſiblement les mêmes.

23. La Montre n° 50 m'a ſervi très-utilement dans ces derniers temps pour porter l'heure de Groslay (diſtant de quatre lieues) à Paris, & régler mes Horloges aſtronomiques depuis le déménagement que j'ai fait des galeries du Louvre à mon logement actuel de la rue de Harlay : en portant cette Montre ſur moi dans la voiture, & ſans que la Montre ait éprouvé aucune variation. Elle me ſert également, par ſon exactitude, à placer mon inſtrument des paſſages de Paris dans le plan du

méridien, en portant l'heure vraie de l'inſtrument des paſſages de Groslay à Paris.

Placée ſur ſon pied verticalement ſur la cheminée, elle conſerve & ſuit parfaitement le temps de l'Horloge aſtronomique, &c.

24. D'après les obſervations & l'uſage que je viens de rapporter, on voit que l'on peut faire ſervir la Montre n° 50, étant portée verticalement dans une poche de la veſte ; & elle peut ſervir à la mer en la plaçant verticalement ſur une ſuſpenſion faite ſur le plan de celle repréſentée figure 5 de la planche du ſupplément.

CHAPITRE II.

Conſtruction de l'Horloge Horiſontale, n° 73, deſtinée à déterminer les longitudes à la mer.

Sa Deſtination.

25. La principale deſtination de cette Horloge eſt de ſervir en mer; or ſa poſition la plus favorable à cet uſage eſt celle horiſontale, & cette poſition doit être conſtamment la même. L'Horloge étant placée ſur une table, elle tiendra lieu d'Horloge aſtronomique. Pour remplir ces divers uſages, cette Horloge eſt portée ſur une ſuſpenſion, & le tambour qui contient l'Horloge eſt fixé au-deſſus de la ſuſpenſion, de manière à pouvoir l'ôter & le placer dans une petite bôîte particulière, dont le haut a un portant ou *mains*, pour porter l'Horloge horiſontalement & la placer dans la chaiſe de l'obſervateur qui doit en faire uſage à terre pour déterminer les longitudes : on pourroit même, en ſuſpendant l'effet de la ſuſpenſion, tranſporter l'Horloge avec ſa ſuſpenſion dans une voiture.

Digitized by Google

26. Pour ſervir en mer, l'Horloge eſt placée avec ſa ſuſpenſion, celle-ci fixée dans une boîte de noyer bien fermée: cette caiſſe contient un thermomètre qui indique la température que l'Horloge éprouve, & le tambour de l'Horloge eſt percé d'une ouverture recouverte par un cadre qui porte un verre à travers duquel l'obſervateur peut voir chaque fois qu'il remonte l'Horloge les arcs décrits par le balancier régulateur de la machine.

27. Lorſque l'Horloge eſt placée dans le vaiſſeau, ſa ſuſpenſion doit être libre, afin de céder aux effets des agitations: mais la campagne finie, on peut ſuſpendre les effets de la ſuſpenſoir, au moyen d'une vis & d'un méchanisme diſpoſé à cet effet ſous le plateau de la ſuſpenſion; cette vis ſert à arrêter le contrepoids & à le fixer, de manière que le haut du tambour à ſon cadran demeure horiſontal: en cet état l'obſervateur peut tranſporter à terre & placer l'Horloge ſur une table, & l'obſerver comme Horloge Aſtronomique; après avoir comparé l'heure à celle du lieu, il en conclura celle du temps moyen; s'il la place avec lui dans ſa chaiſe, & qu'il parte pour Paris ou tout autre lieu, il pourra à ſon arrivée en conclure la différence en longitudes de ce port au lieu de ſon arrivée.

28. L'Horloge peut aiſément être tranſportée dans la boîte même, la baſe de la boîte, n'ayant que 6 p. $\frac{1}{2}$ en quarré, le corps 5 o $\frac{1}{2}$, & la hauteur 7 p.; ſur le haut de la boîte eſt attaché un portant ou main qui ſert à porter l'Horloge d'un lieu à l'autre.

Notion du méchaniſme de l'Horloge Horiſontale à Longitudes, n° 73.

29. Le cadran des ſecondes eſt placé au centre du mouvement de l'Horloge.

Le cadran des minutes & des heures eſt excentrique: le balancier fait quatre vibrations par ſeconde.

30. Le balancier porte la compenſation des effets du chaud & du froid.

La compenſation ne doit pas être produite en entier par le balancier ; elle eſt ſuppléée par un pince-ſpiral formé de deux lames compoſées qui, en s'ouvrant & ſe reſſerrant, achèvent la correction.

31. L'échappement de l'Horloge eſt celui à vibrations libres à détente, le même employé à la Montre Marine n° 3.

32. L'aiguille des ſecondes, avec l'échappement libre, bat les demi-ſecondes, lorſque le balancier en fait quatre par ſeconde.

33. Le pivot inférieur de l'axe du balancier tourne entre trois rouleaux, & le pivot ſupérieur dans le trou du pont ; le bout inférieur de l'axe de balancier eſt de la trempe la plus forte, & il eſt terminé par une pointe conique qui poſe & tourne ſur un diamant plat parfaitement poli.

24. L'Horloge contient un méchaniſme particulier qui, en ſervant de garde-chaîne, ſert à faire arrêter le balancier avant que le reſſort moteur ſoit tout-à fait au bas. Ce qui aſſure l'échappement & le balancier, lorſque l'Horloge eſt tranſportée dans une voiture ſans être remontée. Mais auſſitôt qu'on remonte le moteur ou reſſort, le balancier reprend auſſitôt ſon mouvement & continue de marcher.

Explication abrégée des figures qui repréſentent le méchaniſme de la petite Horloge Horiſontale.

35. La *fig.* 6, Planche du Supplément, repréſente le plan du rouage, des cadrans & de l'échappement des détents, &c. de l'Horloge Horiſontale & de la Montre d'obſervation, n° 72. Les ſecondes, dont les cadrans, ſont au centre des platines, & ſont marquées par le cercle BB. Les heures & les minutes ſont excentriques, marquées par le cadran AA, placés en dedans du cercle B.

Le Rouage.

36. C'eſt la roue de fuſée ; *a* le pignon de minute, ou grande moyenne, dans lequel elle engrène ; D le barillet ;

E la grande roue moyenne; *b* le pignon dans lequel elle engrène; F la petite roue moyenne; *c* le pignon de la roue de ſeconde; G cette roue; *d* le pignon de la roue d'échappement H; I le cercle d'échappement; *e* la détente G; *f* la levée d'échappement; *g* le reſſort qui agit ſur la détente, & *h* le reſſort qui agit ſur la lève.

Régulateur de la Montre, & ſa compenſation.

37. La *figure* 7 repréſente le régulateur de l'Horloge; 1, 2, 3, ſont les rouleaux: ils ſont mis en cage entre la platine D D & la platine 4, 5, 6, ſous laquelle eſt placé le balancier. Cette platine eſt creuſée en deſſous pour loger le balancier, & elle eſt attachée ſur le dehors de la ſeconde platine du rouage par trois vis.

La barette H eſt attachée par deux vis ſur le dehors de la platine du balancier 4, 5, 6; un des pivots du rouleau 3 roule dans un trou de cette barette, & l'autre dans la platine du balancier. En démontant cette barette, on retire le rouleau, ce qui permet de démonter le balancier ſans toucher au rouage: il ſuffit de retirer les vis 4, 5, 6, &c.

38. La pièce A E eſt attachée à la platine; elle forme une boîte pour recevoir & fixer les deux lames compoſées *a*, *b*. Ces lames, mobiles en *b* par l'effet du chaud & du froid, ſervent à completter la compenſation, le ſpiral paſſant entre les bouts de ces lames.

39. La petite boîte, ou coulant B, ſert à conduire la compenſation à ſon point exact, en la portant vers le bout *b* de la mâchoire, ou en l'en écartant.

Nous avons décrit cette ſorte de compenſation. Hiſtoire de la Meſure du Temps, tome 11, page 101.

40. La lame compoſée extérieure *b* porte une vis pour reſſerrer ou donner du jeu au ſpiral entre la mâchoire formée par le pince-ſpiral.

41. F eſt un vis de rappel qui ſert à faire tourner tant ſoit peu le pince-ſpiral, ou boîte A E, ſur ſon centre, pour

que le ſpital paſſe convenablement entre les deux lames compoſées.

G le piton du ſpiral.

Deſcription du Balancier à compenſation.

42. La *figure* 8, Planche du Supplément, repréſente un balancier à compenſation. A B eſt le cercle de balancier, ſur le plan duquel a été réſervé un champ propre à recevoir en *a*, *b*, *c*, les bouts des lames compoſées *e d*, *e d*, *e d*; les bouts *e* de ces lames ſont fixées ſur les talons réſervés *a*, *b*, *c*, par les vis *e*. Les bouts libres de ces lames portent les maſſes de compenſation C, D, E. Ces maſſes ſont fixées aux lames chacune par une vis & deux pieds.

43. Par cette diſpoſition du balancier, lorſque ces maſſes ſont miſes de poids pour régler l'Horloge, le balancier étant d'équilibre, ſi les lames compoſées ſont bien exécutées, le balancier conſerveta cet état d'équilibre, quoique les maſſes s'écartent, ou s'approchent du centre du balancier par les diverſes températures, & les effets d'un tel régulateur ſeront auſſi invariables que ſi le balancier étoit ſimple.

Le cercle du balancier porte trois petites maſſes *d*, *d*, *d*, qui ſont deſtinées à régler l'Horloge au plus près, en leur donnant plus ou moins de peſanteur.

Méchaniſme qui fait les fonctions de garde-chaîne, & ſert à faire mouvoir les détents d'arrêts du balancier.

44. Le quarré de fuſée, fig. 6, porte une dent K fixée ſur lui, laquelle, à chaque tour qui ſe fait en remontant le reſſort, agit ſur l'étoile L, maintenue par le ſautoir S, & la fait avancer d'une dent.

45. Lorſque le grand reſſort eſt remonté au point convenable, c'eſt-à-dire que la chaîne eſt enveloppée ſur la fuſée, l'étoile L préſente à la dent K ſa partie non taillée, ce qui

arrête la main, & empêche de remonter le reſſort plus haut. Tel eſt l'effet de ce garde-chaîne ; ce méchaniſme a été ainſi diſpoſé pour faire agir à propos les détents d'arrêts du balancier, & de telle manière que le balancier ſoit arrêté par ces détentes avant que le reſſort moteur ſoit au bas ; & cet arrêt ſe fait de ſorte qu'à l'inſtant qu'on remonte la Montre, le balancier reprend de lui-même ſon mouvement. Pour produire cet effet au moment où le reſſort eſt au bas, la dent K du quarré de fuſée ayant amené une dent de l'étoile à l'angle du ſautoir, celui-ci fait avancer, en rentrant dans la dent, cette dent qui porte une cheville, laquelle preſſe le bras M O de la détente, & fait approcher du balancier un reſſort porté par l'axe de la détente : ce reſſort, qui paſſe en dedans de la cage, va répondre au balancier. Ce bras, ou reſſort flexible, s'approche tout-à-coup du balancier ; celui-ci porté à ſa circonférence une courte cheville qui, en paſſant ſous ce reſſort d'arrêt, le ſoulève, & le balancier, en revenant ſur lui-même, la cheville qu'il porte rencontre le bout du reſſort de la détente, & l'arrête. Cette cheville du balancier eſt tellement placée, que cet arrêt ſe fait au-deſſus de l'arc de levée de l'échappement ; ainſi il reprend de lui-même ſon mouvement dès qu'on écarte la détente, & c'eſt ce qui arrive quand on remonte la Montre. La cheville de l'étoile s'éloigne de la détente O, & celle-ci eſt renvoyée par le reſſort T de cette détente, & le balancier reprend auſſitôt ſon mouvement.

46. Pour remettre exactement la Montre à l'heure du midi, ou d'une Horloge à pendre, on ſe ſert d'une ſeconde détente W Q, dont le bras P agit ſur la détente d'arrêt M O. Le bras W paſſe en dehors du cadran, en pouſſant ce bras vers le bras O, le balancier s'arrête, & il marche, ſi on l'écarte. En arrêtant le balancier à la 60e. ſeconde, on attend le moment de midi, & on repouſſe la détente, lorſque l'aiguille de la Pendule eſt à 60.

Suſpenſion de l'Horloge.

47. L'Horloge qui nous occupe eſt deſtinée à ſervir également, étant placée ſur un vaiſſeau, ou dans une voiture portée par terre. Pour remplir ſucceſſivement ces deux uſages, elle doit, étant en mer, être portée par une ſuſpenſion, pour lui conſerver conſtamment la poſition horiſontale, la ſeule qui lui ſoit convenable; portée par terre dans une voiture, les effets de la ſuſpenſion doivent être ſuſpendus, & l'Horloge reſtée fixée dans la poſition horiſontale qui peut ſe maintenir ſans éprouver trop de changement.

La *figure* 5, Planche du Supplément, repréſente l'Horloge fixée ſur la ſuſpenſion ſuppoſée ici dans l'état de liberté qu'elle doit avoir en mer. Nous allons expliquer en deux mots les effets que ſon méchaniſme doit opérer pour remplir la deſtination de l'Horloge.

48. L'Horloge eſt placée dans le tambour A A, & attaché au pied *c* D fixé lui-même ſur une plaque *a b*, attachée par deux vis à l'axe *c d* de ſuſpenſion.

L'axe *c d* eſt fixé avec la baſe *a b* par une vis E qui paſſe à travers un pilier fixé ſur cette baſe; en ſorte qu'on peut ôter à volonté le tambour & l'Horloge de deſſus la ſuſpenſion, & la porter ſéparément dans une petite boîte.

L'Horloge ſe remonte par le deſſous du tambour; c'eſt à cet uſage qu'eſt deſtinée la clef F attachée ſur le quarré de la fuſée, où elle reſte & demeure pour empêcher la pouſſière de s'introduire dans le mouvement de l'Horloge: cette clef porte un encliquetage qui empêche de remonter à rebours.

49. G H eſt un cadre qui porte une glace pour laiſſer voir le balancier, & un limbe qui marque l'étendue des oſcillations.

50. Le plateau I K, ſur lequel ſont attachées les pièces de ſuſpenſion, porte en deſſous une pièce d'arrêt qui correſpond avec l'axe du poids L de ſuſpenſion, & ſert à arrêter ce poids qui ne peut plus oſciller. Pour cet effet, cette pièce

d'arrêt porte un canon qui passe au centre du plateau, & qui, étant soulevé, embrasse l'axe du poids L, de telle manière que l'Horloge demeure arrêtée horisontalement.

Dimensions des parties principales de l'Horloge horisontale à Longitudes terrestres & marines.

RÉGULATEUR.

51. Le balancier porte sa compensation ; il a 14 lignes de diamètre, pese 21 grains $\frac{5}{8}$.

Fait quatre vibrations par seconde.

L'aiguille bat les demi-secondes.

Les trois lames de compensation portées par le balancier ont de largeur o lig. $\frac{10}{11}$.

L'épaisseur de ces lames est o lig. $\frac{28}{100}$ c, acier & cuivre compris.

Les trois masses fixées sur ces lames doivent peser ensemble neuf grains.

Les lames de supplément ont $\frac{30}{100}$ lignes d'épaisseur, acier & cuivre.

Leur largeur une ligne.

Les rouleaux ont dix lignes de diamètre.

Le spiral fait sept tours ; il fait équilibre à dix grains, par 45 degrés de la petite balance élastique.

Le Moteur.

52. Le ressort moteur tire 15 gros.

Il fait 6 tours $\frac{1}{2}$ dans le barillet.

Le barillet a dix lignes de diamètre au dehors de la virole.

Sa hauteur est de quatre lignes.

Cages de l'Horloge.

53. Le mouvement de l'Horloge est composé de quatre

platines de même grandeur, 27 lignes, & d'une fauſſe plaque de 28 lig. $\frac{1}{2}$; deux de ces platines forment la cage qui contient le rouage & l'échappement; cette cage a 4 lig. $\frac{1}{2}$ de hauteur.

La ſeconde platine forme avec la troiſième la cage du balancier; cette cage a une lig. $\frac{8}{11}$ de hauteur.

La troiſième platine forme avec la quatrième la cage des rouleaux, qui a une lig. $\frac{4}{11}$ de hauteur.

Sur le dehors de la quatrième platine, qui eſt l'inférieure, ſont placés le ſpiral & les lames du ſupplément, le pont qui porte le diamant ſur lequel roule la pointe du pivot inférieur du balancier, &c.

54. La fauſſe plaque porte quatre piliers de 1 lig. $\frac{4}{11}$ de hauteur, leſquels s'aſſemblent avec la première platine du rouage ou des piliers, & forme la cage qui contient les minuteries, l'encliquetage du barillet, et les détentes d'axes du balancier, &c.

Le dehors de la fauſſe plaque porte le cadran de ſecondes, dont l'aiguille eſt au centre, & le cadran des heures & des minutes, qui eſt excentrique, eſt en dedans du cercle des ſecondes.

Nombre des dents du Rouage.

55. La roue de fuſée a 80 dents, qui engrènent dans le pignon 16, porté par l'axe de la roue de minute ou de *longuetige.*

La roue de minute 96 engrène pignon 12 de la roue moyenne.

La roue moyenne a 90, engrène pignon 12 de la roue de ſeconde.

La roue de ſeconde 96, engrène pignon 12 de la roue d'échappement.

La roue d'échappement 15 dents.

Dimenſions des Pivots.

56. Pivots de fuſée	1 lig. de diamètre.
De minute	o lig. $\frac{12}{48}$.
Moyenne	o lig. $\frac{8}{48}$.
Seconde	o lig. $\frac{4}{48}$.
D'échappement	o lig. $\frac{3}{48}$.
Des rouleaux	o lig. $\frac{3}{48}$.
Du balancier, celui du pont	o lig. $\frac{3}{48}$.
Celui qui tourne entre les rouleaux	o lig. $\frac{2}{48}$.

57. Les trous des pivots de cette Horloge ſont en *rubis*, (de même que ceux de ſa Montre n° 72.)

Sçavoir : les deux de la roue moyenne ; deux de la roue de ſeconde ; ceux de la roue d'échappement, & celui du pont du balancier.

Epreuves de l'Horloge n° 73, *par la température.*

58. L'Horloge étant à 20 degrés du thermomètre, elle retarde de 8′ en 24 heures.

Par 15 degrés retarde de	2′
Par 10 degrés avance de	1′
Par 4 degrés l'Horloge avance de	9′

Remarque.

On voit par cette épreuve que la compenſation n'eſt pas aſſez forte, puiſque l'Horloge retarde par le chaud, & qu'elle avance par le froid : or ces différences ſont trop grandes. Nous ne pouvons nous diſpenſer d'obſerver que l'on doit exiger de l'artiſte que la correction des effets de la température ſe faſſe le plus complettement poſſible, & de ſorte que ſi l'Horloge doit être accompagnée d'une table d'équation pour la température, les termes qui la compoſeront ſoient des petites quantités ; c'eſt-à-dire que la différence du chaud au

froid ſoit au plus de trois à cinq ſecondes en vingt-quatre heures : car ſi ces termes expriment de trop grandes quantités, cela rend l'uſage de ces machines plus pénible pour l'obſervateur ; ce qui, par conſéquent, peut nuire à leur uſage.

CHAPITRE III.

De la Montre à Longitude verticale et portative, n°. 72, exécutée sur le même plan de l'Horloge n°. 73, et sur la construction et les principes de la Montre n°. 50.

59. La Montre n° 72, exécutée en 1803, faiſoit deux vibrations par ſecondes, & l'aiguille battoit les ſecondes. La compenſation étoit produite en entier par l'action du pince-ſpiral à mâchoire, formé de deux lames compoſées agiſſant ſur le ſpiral. Cette combinaiſon ne donnant pas toute la préciſion requiſe, & les épreuves faites avec la Montre n° 50, m'ont ſervi à revenir à ſa conſtruction, à tous égards plus favorable.

60. Pour donner aux Montres portatives de cette eſpèce un plus grand degré de perfection, j'ai pris le parti de changer, dans la Montre n° 72, la conſtruction du régulateur, pour cet effet.

61. 1°. Afin de rendre la Montre moins ſuſceptible des agitations & des variations de poſition, j'ai fait battre 4 vibrations au balancier, au lieu de 2 qu'il battoit.

62. 2°. Pour que ce régulateur ait une plus grande puiſſance, & ſoit moins ſuſceptible des changemens qui arrivent dans les huiles, j'ai employé la force-matrice la plus puiſſante que comporte le volume de la Montre, & au lieu de 4 gros que tiroit l'ancien reſſort, celui actuel tire 17 gros $\frac{1}{2}$.

63. 3°. La compenſation des effets du chaud & du froid étoit faite en entier par le pince-ſpiral, ce qui changeoit la longueur du ſpiral, & par conſéquent troubloit l'iſochroniſme, qui

qui ne pouvoit avoir lieu que par un ſeul degré de la température. J'ai donc employé un balancier qui porte ſa compenſation par deux lames compoſées, pliées en portion de cercle ; ces lames portent des maſſes fixes. Ici le balancier ne produit pas tout-à-fait la compenſation, laquelle eſt achevée par le pince-ſpiral à mâchoire, formé de deux lames compoſées ; moyen qui permet de fixer les maſſes de compenſation du balancier, & de conſerver conſtamment ſon équilibre ; & par l'uſage de ce pince-ſpiral à lames compoſées & à mâchoire, on achève la compenſation en la conduiſant au plus près, ſans déranger le balancier, & ſur-tout ſon équilibre.

Montre portative n° 72.

63. L'Horloge horizontale n° 73, dont nous avons donné la deſcription abrégée dans le Chapitre II, eſt exécutée ſur le même plan que la Montre verticale & portative n° 72. En ſorte que ces deux machines ne diffèrent entre elles que par leur poſition & par quelques dimenſions différentes que nous indiquerons en renvoyant, pour la deſcription du n° 72, à celle que nous avons donnée du n° 73 dans le Chapitre précédent.

64. Le mouvement de la Montre n° 72 eſt placé dans une boîte d'argent, portant un double fond mis à charnière qui s'ouvre pour remonter la Montre ; le fond intérieur, qui eſt fixé à la boîte, étant percé d'un trou pour le paſſage de la clef.

65. La Montre doit être portée verticalement ſur ſoi, ſoit qu'elle ſoit placée dans une poche au haut de la veſte, ou par un cordon en ſautoir porté autour du cou ; la Montre logée dans le creux de l'eſtomac.

Lorſque la Montre n'eſt pas portée, on peut la placer ſur la cheminée, portée par un pied où elle conſerve ſa poſition verticale.

66. La Montre étant employée à la mer, eſt placée ſur une ſuſpenſion, & verticalement, tout-à-fait ſemblable à celle de

l'Horloge horizontale dont on a ôté le tambour A A, D T, *fig.* 5, pour y attacher la Montre dans la poſition verticale ſur la baſe *a b*.

67. Les détentes pour l'arrêt du balancier, repréſentées *fig.* 6, ſont également appliquées à la Montre n° 72; & la *fig.* 7 fait voir la diſpoſition du balancier, & de la compenſation par le pince-ſpiral à mâchoire.

68. La *figure* 8 repréſente la diſpoſition du balancier à compenſation, portant trois maſſes; mais, dans l'exécution, il ne porte que deux lames & deux maſſes diamétralement oppoſées.

Dimenſion du Régulateur de la Montre n° 72.

69. Le balancier a 12 lignes de diamètre, fait 4 vibrations par ſeconde; il peſe 15 grains, & décrit 250 degrés, demi arc.

Le balancier porte ſa compenſation, formée par deux lames compoſées, placée à la circonférence, courbée en portions de cercle concentrique; ces lames, de même longueur & épaiſſeur, portant chacune une maſſe diamétralement oppoſée: ces maſſes pèſent enſemble ſix grains.

Les lames compoſées ont enſemble $\frac{10}{200}$ lig. d'épaiſſeur.

Le cercle du balancier pèſe neuf grains.

Le ſpiral a $\frac{5\frac{1}{2}}{200}$ lig. d'épaiſſeur au centre, & $\frac{5}{200}$ lig. au dehors.

Son diamètre eſt de 4 lig. $\frac{1}{4}$; il fait 7 tours $\frac{3}{4}$.

Le Moteur.

70. Le barillet a 10 lig. de diamètre au dehors; ſa hauteur 3 lig. $\frac{2}{12}$.

Le reſſort a 3 lig. $\frac{1}{12}$ de largeur; il fait 6 tours $\frac{1}{2}$; il a un tour de bande & 4 tours de chaîne.

Il tire 17 gros $\frac{1}{2}$.

La fuſée fait un tour en 5 heures.

Remarques sur les Montres nos 72 & 73.

Je viens d'indiquer les derniers changemens que j'ai faits à la conſtruction de mes petites Horloges horizontales & aux Montres portatives verticales, & le ſuccès a répondu à mon attente ; & ici ſe terminent mes recherches. Nous penſons que ces machines, étant exécutées avec tout les ſoins requis, qu'elles ſeront utiles aux Navigateurs & aux Obſervateurs éclairés qui voudront en faire uſage.

CHAPITRE IV.

Des Montres Astronomiques de poche, destinées à servir aux observations relatives à l'Astronomie, à la Géographie et à la Navigation.

PEU de temps après la publication du *Traité des Horloges Marines*, je m'occupai des moyens de perfectionner les Montres de poche, que j'ai appelées *Montres Astronomiques*. La première de ces Montres fut construite et exécutée en 1764; la ſeconde fut exécutée en 1766 : c'eſt à la ſuite du travail de ces deux Montres que je compoſai l'ouvrage placé dans le Livre *De la Meſure du Temps*, ou Supplément (1), ſeconde partie, publié en 1787. Je traitai cette recherche dès 1775 avec beaucoup de détail & d'étendue, & j'ai lieu de croire que ſi dans ce temps j'euſſe pu mettre en exécution les principes que j'avois établis, nous aurions été dès lors en poſſeſſion d'un genre de Montres qui auroient été également utiles aux Aſtronomes, aux Navigateurs, & à la Géographie. Mais à l'époque de ce travail, j'étois occupé des Horloges Marines & des

(1) Il y a dans cet ouvrage, page 180, N° 611, une faute à corriger. Il y eſt dit aujourd'hui (en 1771); il faut lire en 1775.

Montres à Longitudes ; enſorte que je fus obligé de perdre de vue mes Montres Aſtronomiques de poche. Et ce n'eſt que depuis peu de temps que des circonſtances particulières me les ont rappellées, & que j'ai pu me permettre de préſenter de nouveau mes droits ſur cette matière, comme je le fais dans le Chapitre IV.

Principes de conſtruction des Montres Aſtronomiques de poche.

ARTICLE I.

Régulateur.

71. Le Régulateur des Montres Aſtronomiques doit avoir la plus grande puiſſance, les frottemens doivent être réduits autant qu'il eſt poſſible (1).

ARTICLE II.

Les Pivots de Balancier doivent tourner dans des trous.

73. Les pivots du Balancier des Montres Aſtronomiques doivent tourner dans des trous (2).

ARTICLE III.

La Montre doit être réglée dans de diverſes poſitions.

74. La poſition de cette Montre doit pouvoir être indif-

(1) Extrait de l'Ouvrage intitulé : *De la Meſure du Temps* ou *Supplément au Traité des Horloges Marines*, n. 609.

(2) *Ibid.* n. 609. Nous obſervons à cet égard que les pivots de balancier qui tournent dans des trous (au lieu de tourner entre des roulans) ont un point central de mouvement qui eſt fixe ou toujours le même, quoique la Montre devienne inclinée ; & par conſéquent on peut régler la Montre par ſes diverſes poſitions, en employant les moyens indiqués ci-après, art. XVII. Mais lorſque les pivots de balancier tournent entre des rouleaux, les pivots & le ſpiral n'ont pas de même un point fixe ; lorſque la Montre devient inclinée, & il eſt très-difficile de régler une telle Montre par ſes diverſes inclinaiſons : c'est par cette raiſon qu'une pareille Montre exige de conſerver la même poſition par une ſuſpenſion.

Au reſte, les rouleaux employés dans les Montres ont un avantage, celui d'employer un balancier plus peſant, & par conſéquent plus puiſſant.

Et pour diminuer encore l'obſtacle que nous venons de remarquer dans l'application

féremment (ſans changer la juſteſſe de ſa marche) horizontale, verticale ou inclinée (3).

ARTICLE IV.

Réduction des frottemens pour que le Balancier décrive les mêmes arcs, étant vertical ou horizontal.

75. La juſteſſe de la Montre eſt fondée ſur la réduction & la conſtante uniformité des frottemens, leſquels doivent être tels que le balancier décrive conſtamment des arcs de même étendue, ſoit que la Montre ſoit verticale ou horizontale (4).

ARTICLE V.

Les trous étant faits en rubis, *ſont préférables à ceux faits en cuivre ou en or, parce qu'ils peuvent ſupporter un plus grand poids en rendant les frottemens plus conſtans.*

76. Cet état de perfection dépend particulièrement de la matière que l'on emploie pour faire les trous des pivots; ſi les trous ſont en cuivre ou en or, le balancier doit être beaucoup plus léger (les pivots reſtant les mêmes) que ſi les trous étoient fait en *rubis* (5).

ARTICLE VI.

La juſteſſe de la Montre eſt eſſentiellement fondée ſur l'iſochroniſme des vibrations du ſpiral.

77. La juſteſſe d'une Montre eſt plus encore eſſentiellement fondée ſur la nature des oſcillations du balancier, leſquelles doivent être telles, que, le balancier décrivant de grands ou de petits arcs, ces oſcillations ſoient

des rouleaux, il faut employer quatre rouleaux à chaque pivot du balancier, au lieu de trois, & par ce moyen la Montre fera moins d'écarts par ſes inclinaiſons.

(3) *De la Meſure du Temps*, n. 609.
(4) *Ibid.* n. 613.
(5) *Ibid.* n. 615.

rigoureuſement iſochrones ou de mêmes durées : or, j'ai démontré dans le *Traité des Horloges Marines*, que cette propriété si desirable peut être obtenue par le ſpiral (6).

ARTICLE VII.

L'application de l'Échappement à vibrations libres.

78. Un article très-important dans la composition d'une Montre parfaitement exacte conſiſte dans l'Échappement, lequel doit être tel qu'il ne trouble pas la nature des oſcillations iſochrones fondées par le ſpiral, & il faut de plus qu'il n'éprouve pas de frottement qui, à la longue, puiſſe altérer la juſteſſe de la Montre : et tel eſt l'*Échappement* à vibrations libres que j'ai compoſé et appliqué également à mes Horloges Marines, et aux Montres à Longitudes, etc. (7).

ARTICLE VIII.

Application d'un Mécaniſme pour la correction des effets du chaud et du froid.

79. Une Montre qui réuniroit les qualités que je viens d'énoncer, feroit néceſſairement de très-grandes variations en éprouvant diverſes températures, ſi on n'employoit pas un Mécaniſme ou correctif des effets du chaud et du froid, comme je l'ai fait dans mes Horloges & Montres à Longitudes (8).

ARTICLE IX.

De la Force Motrice.

80. Il eſt très-important d'avoir un reſſort moteur qui ne ſoit pas dans un état forcé : pour cet effet, il faut ſuivre les règles employées dans mes Montres à Longitudes, où le

(6) *De la Meſure du Temps*, n. 614.
(7) *Ibid.* n. 616.
(8) *Ibid.* n. 615.

Digitized by Google

grand reſſort a au moins trois tours de reſte au haut, voy. le chap. V, première partie (9).

ARTICLE X.

Reſſort auxiliaire logé dans la fuſée.

81. Il ne faut pas que la Montre ceſſe de marcher pendant qu'on la remonte; on fera donc uſage du remontoir logé dans la fuſée (10).

ARTICLE XI.

Rouage de la Montre.

82. Le rouage de la Montre doit être réduit au plus ſimple; comme dans les petites Horloges à Longitudes, il faut employer des pignons nombrés (11).

ARTICLE XII.

Moyens d'égaliſer les frottemens des pivots du rouage et du Balancier.

83. Dans la deuxième Montre Aſtronomique, qui fut exécutée en 1766, j'égaliſai autant qu'il eſt poſſible les frottemens des pivots : pour cet effet toutes les roues du rouage avoient des ponts placés ſous le cadran, afin de donner plus de longueur aux figerons, et d'égaliſer la preſſion de chaque pivot, les roues ſe trouvant à égale diſtance de leurs pivots (12).

Le Balancier eſt auſſi placé à égale diſtance de ſes pivots (13).

ARTICLE XIII.

Du poids qu'il faut donner au Balancier de la Montre Aſtronomique.

84. Une condition eſſentielle que l'on doit avoir en vue

(9) *Meſure du Temps*, n. 617.
(10) n. 618.
(11) n. 619.
(12) n. 681.
(13) n. 682.

dans la compoſition de la Montre, c'eſt que le balancier décrive les mêmes arcs, lorſque la Montre eſt horizontale, ou lorſqu'elle eſt verticale; par ce moyen les vibrations ſont néceſſairement de même durée (14).

ARTICLE XIV.

Les trous des Pivots faits en rubis ſont préférables.

85. Si les trous des pivots ſont faits en rubis, ils peuvent ſupporter un balancier plus peſant (15).

ARTICLE XV.

Poids du Balancier les trous du Pivot étant en rubis.

86. Le balancier qui fait quatre vibrations par ſecondes, et ayant 12 lignes de diamètre, & dont les pivots roulent dans des trous faits en *rubis*, peut peſer 18 grains (16).

ARTICLE XVI.

Poids du Balancier, les trous étant en cuivre ou en or.

87. Si les trous des pivots ſont faits en cuivre ou en or, ces pivots ayant $\frac{1}{48}$ lig. de diamètre, de même que dans l'article précédent, le balancier faiſant de même quatre vibrations par ſecondes, ne devra peſer que 8 à 10 grains (17).

ARTICLE XVII.

Régler la Montre Aſtronomique par ſes diverſes poſitions.

88. Il ne ſuffit pas de régler la Montre dans les poſitions horizontales et verticales; il faut de plus, & cela eſt fort eſſentiel, la régler de ſorte que le plan de la Montre reſtant vertical, le midi ſoit incliné à droite & à gauche, & même le midi en bas; ou que la Montre étant horizontale on lui faſſe

(14) *Meſure du Temps*, n. 620.
(15) n. 612.
(16) n. 639.
(17) n. 640.

ſubir

ſubir diverſes inclinaiſons. Or, pour régler de cette ſorte une Montre, il faut placer à la circonférence du balancier dans ſon épaiſſeur quatre petites maſſes miſes à vis & à frottement : ces maſſes placées à angle droit l'une de l'autre, deux dans la ligne verticale, & deux dans la ligne horizontale, le balancier étant arrêté dans un plan vertical ; en approchant ou en écartant deux de ces maſſes, pour régler la Montre, le midi en haut & enſuite en bas ; on ſe ſervira enſuite des deux autres maſſes pour régler la Montre, le midi étant à angle droit à droite, & enſuite à gauche (18).

ARTICLE XVIII.

Du rapport entre la force motrice & celle du régulateur, ſelon la nature de l'échappement. Propriété de l'échappement à vibrations libres : on peut augmenter à volonté l'étendue des arcs de vibration.

89. On a établi, *Eſſai ſur l'Horlogerie*, la néceſſité de donner peu de force motrice, afin d'éviter l'accroiſſement des frottements de l'échappement; et ce rapport doit être le plus petit lorſque l'échappement eſt à repos : car ſi la force motrice eſt trop conſidérable, l'augmentation des frottemens de l'échappement peut cauſer de grandes variations dans la marche de la Montre ; enſorte que dans de telles machines l'étendue des vibrations ſe trouve néceſſairement limitée. Mais il n'en eſt pas de même dans la Montre où l'échappement à vibrations libres eſt employé ; on peut augmenter à volonté l'étendue des arcs de vibration, ſans que l'excès de force motrice puiſſe nuire à la juſteſſe de la Montre ; & c'eſt ici une grande propriété de cet échappement (19).

ARTICLE XIX.

De la Compenſation du chaud & du froid par le Balancier même.

90. Le calcul que je viens de faire, fait connoître la poſſi-

(18) *De la Meſure du Temps*, n. 642.
(19) n. 643.

bilité d'obtenir la compenſation du chaud & du froid par le balancier même, par un des moyens annoncés *Traité des Horloges Marines*, & particulièrement en plaçant des lames compoſées d'acier & de cuivre, à la circonférence du balancier : ces lames portant des maſſes qui ſe rapprocheront du centre du balancier par le chaud, & s'en écarteront par le froid.

Cette méthode préſente un avantage eſſentiel, celui de ne pas changer la longueur du ſpiral par les diverſes températures, & par conſéquent l'iſochroniſme des vibrations (20).

ARTICLE XX.

Deſcription du Balancier portant la Compenſation abſolue & conſtruit de ſorte qu'on peut régler la Montre, ſans changer les maſſes & la régler également par ſes diverſes poſitions.

91. Ce balancier à compenſation eſt repréſenté planche III, fig. 9, *De la Meſure du Temps*, & décrit n° 661-667.

Il porte quatre lames compoſées, au bout desquelles ſont fixés des tiges qui portent quatre maſſes tournant à vis ſur ces broches ; de ſorte qu'en approchant ou en éloignant ces maſſes, on parvient à régler la Montre, par les différentes températures ; à mettre le balancier d'équilibre, enfin à régler les Montres par diverſes poſitions.

Montre Aſtronomique de poche, conſtruite ſuivant les principes établis, Meſure du Temps.

92. Le balancier fait quatre vibrations par ſecondes.

93. Les pivots du balancier tournent dans des trous faits en *rubis*, comme dans la deuxième Montre Aſtronomique : ces pivots ont 0 lig. $\frac{3}{48}$ de diamètre.

94. Le balancier peut peſer 18 grains.

(20) *De la Meſure du Temps*, n. 660.

95. Le balancier de la deuxième Montre Aſtronomique avoit 12 lig. de diamètre.

96. Pour égaliſer les frottemens des pivots du balancier, il faut qu'il ſoit placé à égale diſtance de ſes pivots, c'eſt-à-dire, au milieu de la longueur de ſon axe.

97. Le balancier doit être compoſé de ſorte que par ſon mécaniſme même, on puiſſe régler la Montre par ſes diverſes poſitions.

98. Le balancier doit porter la compenſation abſolue des effets du chaud & du froid, afin de conſerver l'iſochroniſme de ſes vibrations.

99. Le balancier doit décrire des arcs de même étendue, ſoit que la Montre ſoit verticale, ou qu'elle ſoit horizontale.

100. Le reſſort ſpiral réglant doit être rendu iſochrone, c'eſt-à-dire que les grands & les petits arcs de vibration du balancier ſoient de même durée.

101. L'échappement doit être celui à vibrations libres.

102. Le rouage de la Montre doit être ſimple, & les axes des pivots diſpoſés de ſorte que chaque pivot du même axe ſupporte la même preſſion.

103. Il eſt bien prouvé, comme on l'a vu par les articles ci-devant, que l'uſage des rubis percés ſert à diminuer le frottement & à le rendre plus conſtant; il ſeroit donc avantageux de faire tourner les pivots des dernières roues du rouage dans des trous percés en rubis.

104. Le reſſort moteur doit être puiſſant, & le barillet aſſez grand, pour que le reſſort ne ſoit pas dans un état forcé.

105. La grandeur des platines-cadrans de la Montre peut être d'environ 24 lig. de diamètre.

Remarque sur le plan proposé pour la troisième Montre Astronomique représenté planche III, fig. 6, 7, 9, de la Mesure du Temps.

106. Ce plan n'a pas été mis en exécution ; voici les défauts que j'y remarque.

1°. De rendre la Montre trop petite.

2°. D'avoir les heures, les minutes excentriques.

3°. Le balancier eſt trop petit, n'ayant que dix lignes de diamètre ; & d'après les principes établis, le balancier devoit avoir 12 lignes & peſer 18 grains.

107. Je propoſe aujourd'hui en place de ce plan celui de la Montre n° 72, vu fig. 6, planche du Supplément, comme étant plus propre à répondre aux principes de conſtruction établis en 1775, & rapportés ci-devant ; d'ailleurs il eſt encore préférable par la diſpoſition des cadrans ; celui des ſecondes, étant placé au centre, eſt plus convenable pour l'obſervateur, en devenant plus grand & plus apparent : le balancier, ayant 12 lignes, portant la compenſation, devient auſſi d'une exécution plus sûre & plus facile. 4°. Et le barillet étant plus grand, contient un reſſort moteur proportionné à la puiſſance du régulateur, ſans être dans un état forcé : enfin la Montre étant plus grande eſt d'une exécution plus sûre & plus facile à faire.

Changement à faire au rouage de la Montre Aſtronomique.

108. Le rouage vu fig. 6, planche du Supplément, peut ſervir tel qu'il eſt, il ſuffira de déplacer le balancier, en le portant ſur la droite du plan de la quantité néceſſaire pour qu'il paſſe à côté du barillet ; car par la conſtruction de la Montre Aſtronomique, dont les pivots du balancier roulent dans des trous, le balancier doit être dans la cage, afin d'être placé au milieu de la longueur de ſon axe ; & dans ſa poſition actuelle il rencontreroit le barillet *D*.

Digitized by Google

109. En changeant la poſition du balancier, on conçoit qu'il faut de même déplacer la roue d'échappement *H*, & la détente d'échappement, &c.

Plan de la Montre Aſtronomique. Changemens à faire au rouage.

110. Le balancier à compenſation repréſenté, pl. III, fig. 9, *de la Meſure du Temps*, remplit parfaitement toutes les conditions requiſes, tant pour régler la Montre, que pour arriver à la compenſation abſolue, que pour régler la Montre par ſes diverſes poſitions : mais on trouvera peut-être que ce balancier n'eſt pas d'une exécution facile ; le principal défaut que je lui trouve, c'eſt que le centre du balancier devient trop peſant & charge plus les pivots.

Je préfère donc aujourd'hui le balancier repréſenté, planche du Supplément, figure 8 ; dans ce balancier tout le poids eſt porté à la circonférence. Le ſeul changement à faire à ce balancier, c'eſt d'employer quatre lames circulaires, au lieu de trois, & au lieu de trois maſſes fixes *d*, *d*, *d*, quarre petites maſſes miſes à vis à frottement ſur le champ du balancier, pour ſervir à régler la Montre par ſes poſitions, comme il eſt dit, *Meſure du Temps*, n° 642. Ces quatre maſſes peuvent être rendues plus peſantes ou plus légères, ſelon que la partie fixe du balancier l'exigera pour arriver à la compenſation. Il faut recourir au même moyen pour rendre les maſſes de compenſation plus peſantes ou plus légères, ſelon que la compenſation ſera trop forte ou trop foible. Ces maſſes doivent donc être diſpoſées pour les changer facilement, ſoit pour les rendre plus peſantes ou plus légères, ſelon que la compenſation l'exige, ou pour régler la Montre.

Par cette diſpoſition ce nouveau balancier remplira les mêmes conditions que celui propoſé anciennement.

Montre aſtronomique de poche n° 3, *exécutée en* 1806.

111. Le plan du rouage de cette Montre eſt le même que

celui de l'Horloge n° 73, repréſenté, planche du Supplément, fig. 6; les ſecondes étant au centre du cadran, les heures & les minutes excentriques. Les roues ont les mêmes nombres de dents & ſont de même diamètre que dans la fig. 6; mais la Montre devient plus petite, par la ſuppreſſion des rouleaux & du méchaniſme de compenſation, & des détentes d'arrêts du balancier; ainſi la platine-cadran devient plus petite qu'elle n'eſt dans l'Horloge n° 73.

112. Cette réduction du rouage a été faite par *Jean Martin* (21), artiſte habile, lequel a exécuté l'une & l'autre Montre: mais en diminuant la grandeur de la Montre Aſtronomique n° 3, il a conſervé la même force motrice employée au n° 72, en employant pour cet effet toute la hauteur de la boîte, de ſorte que le barillet contient encore un reſſort puiſſant, qui tire 12 gros.

113. Le balancier fait quatre vibrations par ſecondes; ſes pivots tournent dans des trous de rubis; il décrit 260 degrés.

114. Le balancier porte la compenſation abſolue des effets du chaud & du froid, par quatre maſſes compoſées, dont les lames ſont faites en portion de cercle.

115. Ce balancier porte en outre quatre petites maſſes, qui ſervent à régler la Montre par diverſes poſitions.

Montre Aſtronomique n° 3.

116. Tous les pivots du rouage tournent ſur des trous de rubis.

(21) Jean Martin eſt né dans ma maiſon de Groſlay en 1773. Lorſqu'il eut atteint l'âge de treize ans, l'ayant fait travailler quelques temps ſous un de mes ouvriers, je lui reconnus de l'adreſſe & de l'intelligence. En conſéquence, je pris la réſolution de le deſtiner à l'Horlogerie & de l'envoyer faire ſon apprentiſſage auprès de M. *Vincent Martin*, alors Horloger de la Marine à Breſt, chez lequel Jean Martin demeura pendant cinq ans & demi: Jean Martin revint à Groſlay en 1793. Il a travaillé auprès de moi environ neuf ans; pendant ce temps, il a exécuté, ſous ma direction, pluſieurs Montres & Horloges à Longitudes & l'Horloge Aſtronomique d'un an. L'ayant engagé à s'établir à Paris, je lui procurai le travail de pluſieurs Montres, entre autres pour MM. Monges, Guiton-Morveau, Legendre, &c., leſquels ont été contents des ſoins & du zèle qu'il a marqués. Ces MM. ont ſervi à le faire connoître avantageuſement. Je crois avoir procuré aux Amateurs un Artiſte utile & diſtingué.

117. Nous ne nous arrêtons pas ſur les diverſes autres parties de cette Montre, il ſuffit de dire qu'elle eſt établie ſur les principes de conſtruction que nous avons préſentés ci-devant, d'après ceux de la Meſure du Temps ou Supplément.

Remarque ſur l'uſage des Montres Aſtronomiques de poche.

118. Les Montres Aſtronomiques doivent être réglées par leurs diverſes poſitions, & dès lors elles pourroient être portées dans le gouſſet comme les Montres ordinaires. Mais pour rendre l'uſage des Montres Aſtronomiques plus sûr & plus conſtant, l'Obſervateur doit, au lieu de la porter dans le gouſſet, les porter dans une poche de la veſte; il en réſultera que la Montre étant expoſée à une chaleur plus modérée, les huiles ſe deſſécheront moins promptement, & que la poſition de la Montre ſera plus conſtamment la même, & qu'il obtiendra une juſteſſe plus durable.

Nouvelle expoſition des principes & moyens ſur leſquels eſt fondé la juſteſſe des Montres Aſtronomiques, & concluſion ſur leur uſage.

1°. Sur la réduction des frottemens, & leur conſtante uniformité.

2°. Sur le parfait iſochroniſme des oſcillations du balancier, & nous répétons ici, que dans une Montre de poche expoſée à divers mouvemens d'inclinaiſons, &c. que c'eſt particulièrement ſur cet iſochroniſme que la juſteſſe de la Montre doit être fondée.

3°. Sur la parfaite, abſolue & conſtante compenſation des effets du chaud & du froid, cette correction doit être de rigueur, puiſque la Montre de poche eſt par ſa nature expoſée à toutes les viciſſitudes de la température.

4°. Sur la parfaite correction des effets de poſition & inclinaiſon que la Montre éprouve, & ces corrections doivent être telles qu'elles n'influent pas ſur ſa juſteſſe.

On peut juger, par ce que nous venons de dire, combien

Digitized by Google

ces Montres exigent de ſoins & d'induſtrie, pour les porter au degré de perfection dont leur combinaiſon les rend ſuſceptibles.

Quoi qu'il en ſoit, nous pouvons aſſurer que la Montre Aſtronomique n° 3, a été très-bien exécutée, & qu'elle remplit complettement tout ce que j'attendois de ſes principes & de ſa combinaiſon, & qu'à cet égard elle peut être d'un bon uſage pour les amateurs de la perfection.

Mais nous penſons que l'Obſervateur qui deſire employer la meſure du temps à la détermination des longitudes, ſoit à la mer, ſoit à terre, doit choiſir pour cet uſage une Montre dont la poſition ſoit conſtamment horizontale, comme la petite Horloge n° 73, décrite ci-devant.

Tels ſont les motifs qui m'ont déterminé à ajouter cette perfection à la Montre Aſtronomique de poche n° 3. J'ai fait placer un diamant en place du rubis qui recevoit le bout inférieur du balancier, & fait exécuter une ſuſpenſion pour rendre la Montre horizontale : ces changemens ont parfaitement réuſſi, car dans la poſition horizontale la Montre a une marche très-conſtamment exacte. Par cette diſpoſition, la Montre n° 3 devient, étant verticale, Montre portative, & rendue horizontale une petite Horloge à Longitudes.

Préférence des Montres Horizontales.

Nous penſons que la Montre doit être Horizontale, parce qu'il eſt plus facile de lui conſerver cette poſition dans la voiture, que celle verticale ; & nous avons déja obſervé qu'il eſt préférable de placer la Montre dans la voiture, que de la porter ſur ſoi, pour lui conſerver plus conſtamment la même température. Nous inſiſtons ſur cette néceſſité, pour conſerver l'état des pivots plus long-temps ; car l'huile ſe deſſèche plus promptement lorſque la Montre éprouve une plus grande chaleur.

Nous

Nous obſerverons de plus que les Montres d'obſervations ne doivent pas être portées ſur ſoi, ſi on veut en obtenir une juſteſſe conſtante: car étant expoſée à une chaleur ſubite de 27 degrés, & enſuite expoſée à une température différente & froide, elle éprouvera des variations. Les changemens de la température dans une Montre de poche, ſont bruſques & fréquens; au lieu que dans une Montre Horizontale, ils ſont courts & rares: Il faut donc pour obtenir plus de juſteſſe, employer ce dernier moyen infiniment plus ſûr. Nous renvoyons à ce qui a été dit dans la SUITE *du Traité des Montres à Longitudes*, pag. 99.

CHAPITRE V.

Description d'une petite Horloge Astronomique, pendule à demi-seconde, portant sa compensation, avec l'Echappement à vibrations libres, exécutée en 1791 et rectifiée en 1803.

119. JE me ſuis occupé, dès 1787, de la conſtruction d'une petite Horloge Aſtronomique dont le pendule bat les demi-ſecondes & l'aiguille les ſecondes (1). Cette Horloge étoit deſtinée à ſervir à l'Obſervateur qui voyage. Je fis dès-lors exécuter cette machine par un ouvrier ordinaire en Pendule, et elle le fut ſi groſſièrement, que je fus obligé de l'abandonner. En 1791, je conſtruiſis & fis exécuter une ſeconde Horloge d'obſervation qui m'a ſervi à diverſes épreuves (2), & qui, rectifiée depuis, me paroît devoir remplir le but que je m'étois propoſé, celui de ſuppléer l'Horloge dont les vibrations du pendule ſont d'une ſeconde, & ſervir à

(1) Voy. *de la Meſure du temps* ou *Supplément*, n° 728 & ſuiv.
(2) C'eſt la même dont il eſt parlé dans l'*Eſſai ſur les Poids & les Meſures*. Avertiſſement, p. 3, placé à la fin du Traité des Montres à Longitudes.

l'Obſervateur qui voyage : c'eſt de cette dernière machine dont je dois ici donner la conſtruction & la deſcription. Mais nous devons auparavant obſerver qu'une telle machine à court pendule, formant néceſſairement un régulateur beaucoup moins puiſſant que celui de l'Horloge à ſecondes à long pendule, & éprouvant plus de frottement par ſes vibrations promptes, exige par cela même une plus grande perfection & dans ſa compoſition & dans ſon exécution : c'eſt par cette raiſon que nous croyons devoir indiquer quelques moyens indiſpenſables à mettre en uſage pour obtenir de cette petite Horloge à court pendule toute la juſteſſe que ce régulateur comporte.

120. L'exacte meſure du temps dans une Horloge à pendule eſt fondée ſur deux articles; 1°, celui de conſerver conſtamment la même étendue dans les arcs décrits par le pendule ; 2°, que la compenſation des effets du chaud et du froid produite par la combinaiſon du pendule ſoit parfaite & ſoit toujours la même. Ces deux articles comprennent tout ce que l'Artiſte doit réunir, ſoit dans la compoſition de l'Horloge, ſoit dans ſon exécution.

121. Pour obtenir des arcs qui ſoient conſtamment de la même étendue, cela dépend, 1°, de la perfection de la ſuſpenſion du pendule ; 2°, du peu de frottement de l'échappement ; 3°, de la réduction des frottemens du rouage, ce qui comprend la grandeur des roues & leur peu de peſanteur, les diamètres des pivots & leur dureté, &c. &c. 4°, de la qualité de l'huile employée aux pivots du rouage, &c.

122. Quant à la compenſation des effets de la température dans le pendule, on en trouve tous les principes traités avec beaucoup de détails dans l'*Eſſai ſur l'Horlogerie*. Nous croyons néceſſaire de rappeler ici les principales conditions à remplir pour former un bon pendule compoſé.

123. 1°, Par l'exacte combinaiſon des règles ou barres d'acier & de cuivre qui la compoſent (3).

(3) Voy. *Eſſai ſur l'Horlogerie*, n° 1749 & *Meſure du temps*, n° 800.

124. 2°, Que le jeu de toutes les parties du pendule ſe faſſe ſans frottement.

125. 3°, Que la peſanteur de la lentille ſoit proportionnée à la force des verges du pendule, & que celle-ci ne puiſſe être affaiſſée par le trop de peſanteur de la lentille.

126. 4°, Que le pendule ſoit conſtruit de telle ſorte que l'on puiſſe facilement augmenter ou diminuer la compenſation dans le cas où par la nature de l'acier & du cuivre dont il eſt compoſé, étant différente de celle dont on s'eſt ſervi pour établir les rapports des dilatations, ne ſeroient pas les mêmes.

127. 5°, Que le pendule, ainſi compoſé, ſoit établi ſur un pyromètre qui ſervira à vérifier la compenſation & le juſte rapport du poids de la lentille avec la force des verges : cette dernière épreuve ſe fait en appuyant & en ſoulevant la lentille. Si dans cette épreuve l'aiguille du pyromètre revient au même degré du limbe, la peſanteur de la lentille eſt bien, ſinon elle indique qu'elle affaiſſe les verges ou que celles-ci ne ſont pas libres (4).

Explication abrégée des principales parties de l'Horloge Aſtronomique, pendule à demi-ſecondes, avec ſa compenſation, échappement à vibrations libres, &c.

128. Les figures 1, 2, 4, planches du Supplément, repréſentent cette Horloge.

Les fig. 1, 2, repréſentent le mouvement de l'Horloge et l'échappement libre ; et la figure 4, le pendule à compenſation, avec la ſuſpenſion à reſſort.

129. Le rouage de l'Horloge, est compoſé de cinq roues, y compris celle de l'échappement, il eſt contenu dans une

(4) Nous renvoyons pour ce qui concerne le Pyromètre à l'*Eſſai ſur l'Horlogerie*, n° 1671 & ſuiv. & n° 2021.

cage ayant deux platines quarrées ; la première platine porte les cadrans, fig. 1, et quatre piliers, qui s'aſſemblent avec la ſeconde platine : une troiſième platine de même grandeur que les premières, porte quatre piliers qui s'aſſemblent avec la ſeconde, à qui ces piliers ſervent de ſupport : ſur cette troiſième platine doit s'attacher la ſuſpenſion du pendule ; cette platine doit être fixée dans la boîte de l'Horloge.

130. La première roue A du rouage, fig. 1, fait un tour en douze heures. Son axe porte le cadran B des heures, auquel répond l'index 1, fixé à la platine ; la roue A porte auſſi la poulie qui ſert à porter le poids moteur. La roue des heures A engrène dans le pignon qui porte la roue C de minutes ; le pivot prolongé de ce pignon porte l'aiguille 2 des minutes.

La roue C engrène dans le pignon *b*, qui porte la roue moyenne D : celle-ci engrène dans le pignon *c* dont l'axe porte la roue E de ſecondes. Le pivot prolongé de ce pignon porte l'aiguille 3 de ſecondes. La roue E engrène dans le pignon *d*, ſur l'axe duquel eſt fixée la roue F d'échappement.

131. La pièce *g* H terminée en portion de cercle, eſt celle qu'on appelle cercle d'échappement. Le cercle d'échappement porte vers *h* une entaille formant une palette ſur laquelle les dents de la roue agiſſent ſucceſſivement pour donner l'impulſion qui entretient le mouvement du pendule ; enſuite celui-ci oscille librement au retour du cercle d'échappement, la levée *h* qu'il porte s'engage ſur le bout *g* de la détente, & en revenant, il la ſoulève, ce qui dégage la dent de la roue appuyée en *f* de cette détente : & la dent ſuivante de la roue donne une nouvelle impulſion & ainſi de ſuite.

132. L'axe G du cercle d'échappement porte en dehors de la ſeconde platine, fig. 2, la pièce M N, dont N eſt un rouleau qui agit ſur la fourchette K L mobile en K, & lui imprime le mouvement du cercle d'échappement ; mais réduit

à décrire un plus petit arc que ne fait le cercle d'Echappement, & ſelon le rapport donné aux bras de levier K L & M N. Ici ce rapport eſt établi pour que l'arc de levée de l'échappement tranſmis au pendule par un troiſième bras qui porte un rouleau qui agit ſur la fente faite au pendule, ſoit réduite à deux degrés, l'amplitude de l'arc devant être de trois degrés.

Ce troiſième bras, qui n'est pas repréſenté ici, eſt fixé ſur l'axe K de la fourchette K L ſous le pont K.

Le Régulateur-pendule & ſa ſuſpenſion.

133. La conſtruction du pendule à compenſation, repréſenté fig. 4, eſt la même que celle que j'avois propoſée en 1787 pour le court pendule que je deſtinois à la meſure de la peſanteur par diverſes latitudes (1).

134. Ici ce pendule eſt repréſenté avec les dimenſions convenables pour obtenir la compenſation abſolue des effets de la température dans le pendule qui bat les demi-ſecondes. La correction eſt même trop forte; mais cela eſt fait à deſſein de la rectifier par l'expérience même faite par la marche de l'Horloge; & pour diminuer la compenſation, on le fait en ſubſtituant au canon O, qui ſupporte la lentille, un autre canon plus court & en remontant d'autant l'écrou P.

135. Ce pendule eſt formé par un chaſſis d'acier *c d*, *e f*: la traverſe ſupérieure *c e* porte les crochets C C, qui ſervent à fixer le pendule avec ſa ſuſpenſion au moyen de la vis S. Sur le dedans de la traverſe inférieure du chaſſis poſent deux verges de cuivre E, G. Sur les bouts ſupérieurs de ces verges appuie le levier I, mobile en I; ſur la verge d'acier I K, qui ſupporte la lentille M; cette lentille faite en cuivre eſt formée de deux pièces qui s'ajuſtent ſur la verge

(1) Voyez *Meſure du temps* ou *Supplément*, n° 816, repréſenté planche XI figure 1.

du pendule ; ces deux calottes ſont fixées enſemble par des vis.

La pièce O eſt entaillée pour recevoir l'angle de la lentille : au-deſſous eſt placé le canon O, lequel eſt arrêté par l'écrou P gradué pour régler l'Horloge.

Le bas du chaſſis porte l'index *w*, qui marque les degrés décrits par le pendule ſur le limbe gradué R.

139. La ſuſpenſion eſt à reſſort ; les bouts ſupérieurs des deux lames ſont fixés à la traverſe B : les bouts de cette traverſe, formés en pivots, entrent dans les trous faits aux ponts A, A, leſquels ſont fixés ſur la troiſième platine formant le ſupport de l'Horloge : les bouts inférieurs des lames de ſuſpenſion ſont fixés ſur la pièce C C qui tient à la traverſe ſupérieure du chaſſis.

137. Cette ſuſpenſion dont nous venons de donner une notion eſt repréſentée en grand, planche VIII, fig. 3 & 4 de la Meſure du temps, ou Supplément, à laquelle nous renvoyons. Voy. n° 710, &c. du même ouvrage.

Nous terminerons ces Notes en obſervant que la ſuſpenſion à reſſort bien conſtruite tend à rendre iſochrones les oſcillations de pendule.

Note ſur l'Horloge Aſtronomique d'un an, à trois Cadrans.

Cette Horloge fut conſtruite en 1801. Voyez *Hiſtoire de la Meſure du Temps*, T. II, p. 155, art. VI.

L'échappement à ancre & à repos devoit être fait avec une roue d'acier ; & les pallets de l'ancre, en rubis. *Idem*, p. 159, art. VIII.

Mais en exécutant cette Horloge, j'ai employé l'échappement à vibrations libres, dont la conſtruction est repréſentée Pl. du Supplément, fig. 3. Cet échappement a parfaitement réuſſi, & d'autant mieux qu'il n'exige pas d'huile, & que le pendule décrit des arcs d'un degré & demi, qu'il conſerve toute l'année, & l'Horloge une juſteſſe conſtante.

Digitized by Google

Changement fait à l'Horloge Aſtronomique d'un an.

138. Je fis exécuter, en 1802, l'Horloge Aſtronomique d'un an, dont on trouve la deſcription dans l'*Hiſtoire de la Meſure du Temps*, T. II, p. 157, art. VII; ſon mouvement eſt repréſenté planche XXIII, fig. 6, avec un échappement à repos à ancre. Je fis en effet exécuter cet échappement; mais je ne tardai pas à le ſupprimer, après avoir trouvé une combinaiſon d'échappement à vibration libre, au moyen de laquelle j'obtins de très-petits arcs de levée (d'un degré): c'eſt cet échappement qui eſt repréſenté dans la fig. 3 de la planche du Supplement. Cet échappement fut adapté à l'Horloge, & fini en décembre 1802.

139. Cet échappement à vibration libre eſt conſtruit d'après celui adapté à l'Horloge à demi-ſecondes, & repréſenté fig. 1 & 2 du Supplément; mais réduit à de plus petites dimenſions, pour être placé ſous le cadran des ſecondes de l'Horloge d'un an, ainſi que la figure de la planche du Supplément le repréſente avec les mêmes lettres qui ſervent à la deſcription.

140. La fourchette qui agit ſur le pendule eſt arrêtée par un pont placé sous la seconde platine.

Deſcription de l'Echappement à vibrations libres pour l'Horloge Aſtronomique compoſé de quatre roues ſeulement.

141. La figure 9, planche du Supplément, repréſente le plan de cet échappement.

A eſt la roue de ſecondes & d'échappement; cette roue a 30 dents & 16 lignes de diamètre; ſes dents agiſſent ſucceſſivement ſur le cercle d'échappement B, ſur le plan droit de l'entaille *a*, qu'il porte, ce qui forme la levée.

Le cercle d'échappement B ſe meut ſur deux pivots, l'action qu'il reçoit de la roue ſe communique au levier C, dont

la fourchette *c* eſt conduite par le rouleau *b* porté par le cercle d'échappement ; & par ce moyen l'arc décrit par le cercle, & qui eſt de 28 degrés, ſe trouve réduit au centre *d* de ce levier, a deux degrés & demi, & comme la pièce C a ſon centre fixé ſur la fourchette qui agit ſur le pendule, celui-ci décrit auſſi des arcs de levées de deux degrés & demi.

La détente d'échappement & la levée ont la même diſpoſition des échappemens libres décrits dans mes ouvrages : *e*, *f*, *g*, repréſente la détente, & *h* la levée. Ces deux pièces roulent chacune ſur des pivots & par des ponts que je n'ai pas cru néceſſaire d'indiquer.

CHAPITRE VI.

Indication des Règles, Observations et Calculs, à mettre en usage pour faire servir les Montres Astronomiques (1), *ou d'Observations* à tems égal (2); 1°, *à l'usage ordinaire du Public; 2°, à la Détermination des Longitudes Terrestres et Marines.*

ARTICLE PREMIER,

Relatif à l'usage ordinaire des Montres à Tems égal.

RÈGLE PREMIÈRE.

Nous établirons ici pour règle fondamentale, qu'une telle Montre ne doit et ne peut mesurer qu'un Tems égal, uniforme, appelé le *Tems moyen*; car il seroit aussi absurde que ridicule de vouloir faire suivre les variations du Soleil à une machine qui par sa nature (3) et ses usages, soit dans la Navigation soit dans l'Astronomie, ne doit mesurer qu'un Tems égal et uniforme.

RÈGLE II.

La position naturelle de la Montre *Astronomique*, portative à Tems égal, est la verticale position que l'observateur doit lui conserver constamment, soit qu'il la porte sur soi, qu'il la fasse marcher chez lui au repos, qu'il la fasse servir en mer placée dans un vaisseau, ou qu'il la transporte à terre dans une voiture. Si l'observateur porte la Montre sur lui, il se servira d'un cordon passé autour du col, en *Sautoir;* ce cordon portera un porte-mousqueton auquel il suspendra la Montre à la hauteur convenable pour qu'elle se trouve logée dans le creux de l'estomac: si l'observateur veut employer la Montre à trouver les longitudes terrestres, il pourra porter la Montre sur lui, de la manière que nous venons de le dire, ou pour le mieux il la placera dans une boîte verticale attachée à la chaise de poste; ou enfin, si l'observateur veut faire servir sa Montre à la mer, elle devra être placée sur une suspension renfermée dans une caisse avec un thermomètre.

RÈGLE III.

L'observateur ne peut pas toucher à la Montre pour la régler lui-même.

Dans les Montres ordinaires à l'usage du Public, tout possesseur d'une Montre peut la conduire et

(1) Voyez ci-devant Chapitre IV, ce qui concerne les Montres Astronomiques, page 19.

(2) J'appelle Montre à *Tems égal*, celle dont la marche est constamment uniforme, malgré les variations de la température, des frottemens, etc. Telles sont les bonnes Montres à Longitudes.

(3) Voy. *L'art de régler les Pendules et les Montres*, etc. Art. IV, p. 21, publié, Paris, 1759, 3e édit. 1805.

régler à son gré; mais il n'en est pas de même pour les Montres d'observations, parce que peu de personnes sont en état de faire ces opérations délicates, qui d'ailleurs exposent la Montre à divers accidens, à la poussière, etc. Il vaut donc mieux que cette partie de la Montre soit fermée, et recourir au besoin à l'artiste qui l'a faite. Nous observerons de plus, que, si la Montre est bien faite, on a rarement besoin d'y toucher; il suffit de tenir compte de sa marche.

RÈGLE IV.

Il est de nécessité absolue, que la marche d'une Montre à Tems égal soit uniforme, mais on ne peut exiger qu'elle soit rigoureusement réglée, c'est-à-dire, qu'elle suive exactement le moyen mouvement du Soleil: c'est une condition difficile à remplir, et il est inutile de l'exiger. Il suffit dans les différens usages de ces machines de connoître la quantité dont une Montre avance, ou dont elle retarde en 24 heures, afin de tenir compte de son avance ou de son retard journalier, toutes les fois que l'observateur voudra faire usage du Tems absolu de la Montre pour ses observations.

On ne doit pas confondre une Montre qui n'est pas réglée avec celle qui varie; ces deux choses sont tout-à-fait différentes: la Montre qui avance aujourd'hui et qui retarde ensuite, varie; elle ne peut jamais être réglée et on ne peut compter sur le tems qu'elle mesure; au lieu que la Montre dont le mouvement est uniforme, peut être réglée: et elle peut même être réputée réglée, lorsqu'on connoît la quantité de son avance ou de son retard journalier, sur le moyen mouvement du Soleil; et il est toujours facile d'en tenir compte, car, si je suppose qu'elle avance de 2 s. par jour, en 30 jours elle devra avancer d'une minute, etc.

RÈGLE V.

On ne doit jamais toucher à l'aiguille de secondes de la Montre, et seulement à celle des minutes et des heures, et le plus rarement possible, et sur-tout avec précaution.

RÈGLE VI.

La Montre doit être remontée tous les jours à peu près à la même heure. On doit avoir attention à ne pas la monter à rebours, en tournant la clef du côté contraire, crainte de casser des pièces de la Montre. On observera pour cet effet que, si la Montre se remonte par la face du cadran, on doit faire tourner la clef de gauche à droite, c'est-à-dire, dans le sens même où tournent les aiguilles; si, au contraire, le remontoir se fait en-dessous de la boîte, on doit faire tourner la clef de droite à gauche.

RÈGLE VII.

Lorsque la Montre éprouvera de trop grands froids, au-dessous de la glace, il sera nécessaire de la placer dans un endroit que l'on puisse faire chauffer par le moyen d'une lampe, afin de conserver fluide l'huile qui est employée dans la Montre: elle ne doit supporter que 5 degrés du thermomètre de Reaumur, au-dessus de la glace; car au-dessous de 5 degrés, non seulement les huiles cessent d'être fluides, mais dès-lors les frottemens deviennent très-nuisibles, et au point de faire arrêter la Montre et de détruire les parties frottantes, tant le froid augmente *l'âpreté* des corps.

RÈGLE VIII.

Lorsqu'on envoie la Montre par terre par la poste, etc., il faut arrêter le balancier au moyen de la détente destinée à cet usage, etc.

OBSERVATION PREMIÈRE.

La Montre la plus parfaite éprouve à la longue quelques légères variations, à mesure que les huiles s'épaississent, effet qui exige que l'observateur vérifie souvent sa Montre, et tienne compte de ces différences.

OBSERVATION II.

Les Montres à Tems égal ou à Longitudes ont un méchanisme particulier qui sert à corriger les variations causées par les effets de la température;

Digitized by Google

en sorte que, si l'Artiste a fait choix d'une bonne combinaison pour ce méchanisme, s'il l'a bien exécuté et s'il l'a conduit au point convenable pour produire l'exacte compensation des effets du chaud et du froid, la Montre n'éprouvera aucune variation par ces effets. Mais en supposant qu'en passant du chaud au froid, elle éprouve quelques différences dans sa marche, l'observateur peut encore la ramener à l'égalité et tenir compte de ces différences par des épreuves qu'il aura faites, et au moyen desquelles il aura pu dresser une Table ou *Equation pour la température.*

Comment l'observateur doit vérifier la marche de la Montre, portative A TEMS ÉGAL, pour son usage particulier.

On a trois méthodes propres à juger de la marche d'une Montre pour l'usage de l'observateur.

La première est celle de comparer le Tems de la Montre à celui d'une bonne Pendule à secondes, réglée sur le Tems moyen. Par une première comparaison on trouve la différence du Tems de la Montre à celui de la Pendule. La seconde comparaison faite à la même heure, quelques jours après la première, donne la différence du Tems de la Montre au Tems moyen. Si, dans les deux comparaisons le Tems de la Montre diffère des mêmes quantités sur celui de la Pendule, la Montre est réglée sur le Tems moyen, etc.

La seconde méthode consiste dans la comparaison du Tems de la Montre au passage du Soleil au Méridien, pour cet effet, si, à l'instant du passage du Soleil au Méridien, on fait marquer à une Montre l'heure indiquée par la Table qui a pour titre: *Tems moyen au Midi vrai*, insérée *dans la Connoissance des Tems*, ou *dans l'Annuaire*, au jour proposé; et que, quelques jours après cette première comparaison, on compare de nouveau l'heure marquée par la Montre à l'instant du Midi vrai; si la Montre est réglée sur le moyen mouvement du Soleil, il faut qu'elle marque exactement la minute et la seconde indiquées par la Table du Tems moyen au Midi vrai pour le jour de cette seconde observation: et si le Tems de la Montre diffère en plus ou en moins de celui de la Table, ce sera une preuve qu'elle n'est pas réglée sur le Tems moyen: mais on connoîtra précisément la quantité de son avance ou retard journalier sur le moyen mouvement du Soleil.

La troisième méthode à employer pour connoître la marche de la Montre, est celle de faire usage de la *Méridienne du Tems moyen* (1). La Méridienne du Tems moyen est fort utile pour régler les Montres sans recourir aux Tables d'Equation; car, si on met un jour quelconque la Montre au Midi de la courbe du mois où l'on est, si cette Montre est bien réglée, elle doit toujours suivre le Midi du Tems moyen, lorsque le point de lumière se rencontre sur la suite de la même courbe.

Remarque essentielle sur les procédés à suivre pour vérifier la marche de la Montre.

Nous avons établi pour conditions, règles 3 et 4, que l'observateur ne peut pas toucher lui-même à la Montre pour la régler, ni aux aiguilles même; et ces conditions sont essentielles à la conservation de la Montre et à la justesse de sa marche. Lors donc que l'observateur voudra vérifier la marche de sa Montre par l'une ou l'autre des méthodes que nous venons d'indiquer, il doit simplement noter sur un petit registre ou porte-feuille, la différence du Tems marqué par sa Montre, au moment qu'il l'observe, soit à la Pendule ou au Soleil. Si la Montre est réglée sur le moyen mouvement du Soleil, la différence qu'il a trouvée lors

(1) La Méridienne du Tems moyen est une ligne courbe, faite à peu près comme un S de chiffre fort allongé, serpentant autour de la Méridienne du Tems vrai: cette Méridienne est celle que, si l'on a une Pendule à secondes, réglée sur le moyen mouvement du Soleil, et qu'on lui fasse marquer Midi, lorsque la lumière du trou de la plaque passe par cette courbe à l'endroit convenable, marqué par les noms des Mois qui doivent être autour, la Pendule marquera toute l'année Midi, lorsque le Soleil sera dans cette courbe.

Depuis environ deux ans, le Sénat-Conservateur a fait tracer dans son Palais une Méridienne du Tems moyen; elle est placée au-dessus de la grande porte du Palais, du côté du Jardin.

de la première observation, doit être la même à la seconde. Si cette différence n'est pas la même, il connoîtra (sans avoir touché à la Montre) sûrement de combien la Montre diffère du Tems moyen par les notes portées sur son registre.

ARTICLE II.

Indication des Observations, Calculs, etc. dont il est indispensable de faire usage, lorsque l'on veut faire servir la Montre à la détermination des longitudes, soit à terre ou à la mer.

Les méthodes que nous avons indiquées ci-devant pour établir la marche d'une Montre, sont suffisamment exactes pour l'usage particulier de l'observateur; mais ces mêmes méthodes ne peuvent plus être employées, lorsque la Montre est destinée à la détermination des longitudes soit Terrestres ou Marines. Ici il faut connoître avec la plus rigoureuse précision, la marche journalière de la Montre, et pour cela il faut recourir aux méthodes astronomiques et aux instrumens destinés à ces sortes d'observations. Nous avons traité avec beaucoup de détail, des Observations et des Calculs que l'usage des Horloges exige pour servir à la détermination des longitudes, à la mer et à terre, dans l'ouvrage qui a pour titre: *Les Longitudes par la mesure du Tems* (1), etc. Paris, 1775, *in*-4°.

Avant de présenter les titres de cet Ouvrage que l'on peut consulter, nous allons donner quelques observations préliminaires, relatives à l'usage des Horloges à longitudes.

Observation préliminaire.

Pour transporter l'Horloge par terre, il faut arrêter le balancier au moyen de la *détente* destinée à cet usage: on doit de même suspendre l'effet de la suspension de l'Horloge en fixant le poids de cette suspension.

L'Horloge étant arrivée au port, on peut remonter le mouvement et faire marcher le mouvement en écartant la détente d'arrêt du balancier. Mais pour transporter l'Horloge dans le vaisseau, la suspension doit être conservée en arrêt, et on ne la rendra libre que dans le vaisseau.

Observations relatives à l'établissement de l'Horloge, etc.

1°. L'Horloge doit être placée dans une armoire fermée à clef, et dans laquelle elle sera *amarée* solidement, mais de manière cependant à pouvoir au besoin la retirer pour être portée sur le pont du vaisseau, et servir aux observations propres à déterminer l'heure du Soleil; ou, si l'observateur est muni d'une Montre ordinaire à secondes, il pourra s'en servir pour faire les observations qu'il rapportera ensuite au tems de l'Horloge.

2°. L'Horloge doit être placée dans le lieu du vaisseau dont la température soit la plus constante et ne puisse changer trop subitement, et dont les agitations soient moins sensibles.

3°. La position de l'Horloge dans le vaisseau doit être telle, que les plus grands arcs que puisse décrire la suspension, se fassent dans le sens du *Roulis*. Pour cet effet, les 15e et 45e minutes du cadran doivent être dans la même ligne que la *quille* du vaisseau.

4°. Pour déterminer la longitude par le moyen de l'heure donnée par l'Horloge, il est nécessaire de connoître avec précision, avant le départ du vaisseau, 1°, la marche journalière de l'Horloge, c'est-à-dire, la quantité de son avance ou de son retard en 24 heures sur le Tems moyen; 2°, il faut connoître de même la différence du Tems de l'Horloge à l'heure du Tems moyen du Port de départ.

La connoissance de cet état de l'Horloge servira à l'observateur pendant la durée de la campagne pour en conclure la longitude du vaisseau, lorsqu'il aura fait de nouvelles observations. Pour

(1) L'observateur qui desirera s'instruire de ce qui concerne l'usage des Horloges, doit sur-tout consulter l'ouvrage que M. de Fleurieu publia en 1773, et qui a pour titre: *Voyage*, etc. de l'Imprimerie Royale. L'Appendice qui termine ce grand et bel ouvrage, contient dans le plus grand détail les principes et les règles que l'observateur doit suivre dans l'usage des Horloges pour la navigation.

Digitized by Google

cet effet, l'observateur doit tenir un Registre ou Journal de toutes ses observations.

Articles de l'Ouvrage qui a pour titre :

LES LONGITUDES PAR LA MESURE DU TEMS (1), *auxquels nous renvoyons l'observateur chargé d'une Montre portative verticale à Tems égal, lorsqu'il voudra la faire servir à la détermination des Longitudes soit en mer soit à terre.*

Le Chapitre Ier contient les notions générales des longitudes et des latitudes, et comment on détermine les longitudes par le secours des Horloges.

Le Chapitre II. indique les précautions à employer dans la conduite des Horloges.

Le Chap. III. traite de la division du Tems; du Tems mesuré par les Horloges, du *Tems moyen* et du *Tems vrai* de l'Equation du Tems. Voy. p. 11.

Le Chap. IV. des hauteurs correspondantes du Soleil, servant à constater la marche des Horloges Marines dans les ports, et aux calculs. p. 18.

Chap. V. Méthode exacte pour trouver l'heure en mer par une hauteur absolue du Soleil. p. 29.

Chap. VI. De la déclinaison du Soleil. p. 37.

Chap. VII. Déterminer la latitude par la hauteur méridienne du Soleil. p. 40.

Chap. VIII. Constater la marche de l'Horloge avant le départ du vaisseau, etc. p. 43.

Chap. IX. Déterminer la longitude à la mer par le secours de l'Horloge. p. 54.

Chap. X. Usage des Horloges et des Montres, pour la rectification des Cartes. p. 63.

APPENDICE. P. 68 DU MÊME OUVRAGE.

Article Ier. Trouver les longitudes terrestres par le moyen des Montres à longitudes.

(1) *Les longitudes par la mesure du Tems, ou Méthode pour déterminer les longitudes en mer et par les Horloges, et à terre par les Montres.* Paris, 1775, par M. Ferdinand Berthoud.

Cet ouvrage indique toutes les Observations et Calculs relatifs à la détermination des longitudes, et contient le recueil des Tables nécessaires à l'observateur.

1°. Du transport des Montres à longitudes à terre.

2°. Des observations qu'il est nécessaire de faire, pour déterminer les longitudes terrestres par le moyen des Montres. p. 70.

3°. Trouver l'heure par des hauteurs correspondantes prises avec un quart de cercle. p. 72.

4°. Trouver la latitude et la longitude. p. 73.

ARTICLE III.

De la construction de l'Instrument propre à établir la marche de la Montre qui doit déterminer la longitude à terre; des Observations et Calculs relatifs à cet usage.

UN avantage précieux dans la méthode des Montres pour la détermination des longitudes terrestres, est celui de pouvoir vérifier leur marche aussi souvent que l'on veut; au lieu qu'employées à la mer, le vaisseau peut être plusieurs mois en mer sans relâcher; ce qui rend moins certaines ces déterminations, ou, ce qui revient au même, ce qui exige dans ces machines une perfection plus rigoureuse. L'Instrument à employer pour déterminer les longitudes terrestres, doit donc être construit de sorte que la vérification de la marche de la Montre se fasse facilement et promptement. Voilà la première des conditions à exiger de l'Instrument dont l'observateur doit faire usage. La seconde condition c'est que cet Instrument soit réduit à un petit volume pour être plus portatif. La troisième condition c'est que par son moyen on puisse obtenir l'heure du lieu de l'observateur, avec la précision requise, de même que la latitude; enfin que l'Instrument soit simple et porté à un prix modéré.

Nous pensons qu'en l'état de perfection où sont portés de nos jours les Instrumens astronomiques, on pourra obtenir les conditions que nous venons d'annoncer; et peut-être le Cercle astronomique de Mayer, perfectionné par Borda, suffit pour les remplir. Je me permettrai, à son défaut, d'en proposer un autre que j'ai construit et fait exécuter, il y a environ trente ans, et qui fait partie du dépôt dont je suis chargé par le Gouvernement.

Cet Instrument tient lieu du quart de Cercle et de l'Instrument des passages. Comme quart de Cercle, il sert à trouver la latitude et sert à prendre des hauteurs correspondantes du Soleil pour trouver l'heure, et à placer l'Instrument des passages dans le plan du Méridien : comme Instrument des passages, il sert à connoître promptement la marche de la Montre.

Pour faciliter l'usage de cet Instrument, l'observateur doit être muni d'une boussole qui servira à diriger la lunette de l'Instrument des passages, à peu près dans le plan du Méridien.

L'Instrument des passages et des hauteurs est représenté Tome II, Planche XIX, de l'*Histoire de la Mesure du Tems*, et sa description, p. 159, Art. XI du même volume.

ARTICLE IV.

Du transport de la Montre par terre, dans une chaise ou voiture de poste, lorsqu'elle doit servir à la détermination des longitudes TERRESTRES.

LORSQUE la Montre à longitudes est employée en mer, elle doit être placée verticalement sur sa suspension. Mais cette suspension ne peut pas servir à terre dans une voiture, à cause des mouvemens brusques et irréguliers auxquels elle se trouve exposée. Si donc on veut la laisser à demeure dans sa même boîte, il faut alors suspendre les effets de la suspension; mais dans ce cas il seroit préférable de placer la Montre dans une petite boîte particulière faite à ce dessein, parce qu'elle deviendroit moins embarrassante; et l'observateur placeroit cette boîte à côté de lui sur le coussin de la voiture, et arrêtée simplement par des courroies, et la Montre resteroit sensiblement dans la position verticale qui lui est propre; et arrivé dans le lieu où l'observateur doit coucher, il poseroit simplement la boîte sur une table ou sur une cheminée pour y passer la nuit.

L'observateur pourroit porter tout simplement la Montre sur soi, verticalement, dans la poche de sa veste; mais je pense qu'il est préférable de la placer dans une petite boîte, parce que dans sa poche la Montre éprouvera une température qui différera trop de celle qu'elle aura, pendant la nuit, placée sur une table; ce qui pourroit causer quelques changemens dans sa marche, pour peu que la correction des effets du chaud et du froid ne fût pas rigoureusement complète; au lieu que par l'autre moyen la température ne différera pas si sensiblement du jour dans la chaise, et de la nuit dans une chambre. D'ailleurs, la position de la Montre sera plus constamment la même dans la voiture et sur la table, qu'elle ne la seroit étant portée dans la poche de l'observateur.

REMARQUE.

Nous avons supposé ci-devant que l'observateur chargé de déterminer les Longitudes, soit à terre, soit en mer, étoit muni d'une Montre Astronomique verticale, parce que ces sortes de Montres peuvent être portées sur soi, et paroissent par cette raison plus commodes; mais nous pensons que la même Montre établie pour servir dans la position horizontale, doit procurer une justesse plus constante, et mérite par-là d'être préférée sur-tout pour servir à la mer. Cette Montre ayant une suspension; c'est à l'artiste à employer le moyen convenable à la position horizontale, en employant un diamant au lieu d'un rubis pour porter le pivot inférieur du balancier.

Digitized by Google

SUPPLÉMENT

AU TRAITÉ

DES MONTRES A LONGITUDES.

APPENDICE

Contenant la Notice ou Indication des principales Recherches et des travaux faits par Ferdinand Berthoud, *sur diverses parties des Machines qui mesurent le temps, depuis* 1752, *jusqu'en* 1807, *accompagné d'Observations et d'Eclaircissemens.*

Digitized by Google

EXPOSÉ

Digitized by Google

EXPOSÉ

Des motifs qui ont porté l'Auteur à former la Notice de ses Travaux.

Les divers Ouvrages que j'ai composés sur l'Horlogerie, ou la Mesure du Temps, ont été d'abord destinés à ma propre instruction; et en les publiant, j'ai pensé qu'ils seroient utiles aux Artistes, et par conséquent au Public: tel a été le but de tous mes travaux. Mais en livrant au Public le fruit de mes longues et pénibles recherches, je n'ai point prétendu renoncer au mérite de les avoir faits le premier: cependant plusieurs Ouvriers Artistes, etc. ne se sont pas fait de scrupule, en les copiant et les travestissant, de vouloir s'en attribuer l'honneur. J'ai donc cru qu'il étoit nécessaire de présenter dans une *Notice* quels sont les objets qui m'appartiennent, et dont aucun n'avoit été publié avant moi. Indépendamment de mon intérêt particulier, il est utile pour l'histoire de l'art de distinguer l'invention de la

copié; et peut-être seroit-il convenable que les Artistes qui ont contribué aux progrès de l'art, imitassent le même moyen. Il est aisé de s'assurer que tous les objets qui forment cette Notice m'appartiennent véritablement, puisqu'ils sont tous extraits des ouvrages que j'ai publiés, et qu'aucun des articles n'avoit été connu des Auteurs qui avoient écrit avant moi. Au reste, on ne doit pas m'envier la foible satisfaction que j'attends; elle est le fruit de longues et pénibles veilles, et de près de 60 ans employés à ce travail fait en France.

Digitized by Google

SUPPLÉMENT

AU TRAITÉ

DES MONTRES A LONGITUDES.

APPENDICE

OU

NOTICE qui contient l'Extrait des principales Recherches et des Travaux qui ont été faits par l'Auteur, sur les diverses parties des Machines qui mesurent le temps, depuis 1752, *jusqu'en* 1807, *accompagné d'Observations et d'Eclaircissemens utiles aux Artistes.*

Les ouvrages que l'auteur a publiés sur la mesure du temps (1), contiennent ses recherches, les principes qu'il a établis, etc. Mais les diverses machines dont on lui doit la construction, ses principes, etc., se trouvant éparses dans plusieurs volumes, il a cru devoir en donner une Notice qui réunisse sous un seul point de vue le fruit d'un long travail : cette Notice, d'abord entreprise pour l'auteur même, peut devenir utile aux gens de l'art et aux amateurs qui possèdent ses œuvres. Pour cet effet, on a joint aux articles qui en sont susceptibles, des notes ou observations qui peuvent encore contribuer à la perfection de l'art.

(1) Les Ouvrages dont on présente ici la Notice, sont, 1°, l'*Essai sur l'Horlogerie*, publié en 1763; 2°, le *Traité des Horloges Marines*, publié en 1773, *De la Mesure du Temps* ou *Supplément* publié en 1787; le *Traité des Montres à Longitudes*, imprimé en 1792; la *Suite* du même Traité, publié en 1797; l'*Histoire de la Mesure du Temps*, publié en 1802, et le *Supplément* au *Traité des Montres à Longitudes*, publié en 1807.

Notice prise de l'Essai sur l'Horlogerie, 2 *vol.* in-4°, *Paris*, 1763.

TOME I.

ARTICLE I. *Pendule à Equation.*

Pendule à secondes, à équation par deux aiguilles concentriques d'une nouvelle construction, présentée à l'Académie Royale des Sciences en 1752 : elle marque les mois de l'année, leurs quantièmes et les années bissextiles ; sa description, n° 265; vue, planche XIV, fig. 1 et 2.

ARTICLE II. *Sonnerie d'un an.*

Sonnerie qui marche un an sans être remontée avec trois roues seulement. Le moteur est composé de deux poids de même pesanteur, à double mouffle ; ces poids ont chacun trois pieds de descente, la descente s'en fait successivement ; sa description, n° 93 ; vue, pl. IV, fig. 1, 4, 5.

ARTICLE III. *Montre à Equation.*

Montre à secondes et à équation, marquant les mois et leurs quantièmes ; sa description, n° 257; vue, pl. XI, fig. 3, 4, 5, 6. Cette montre fut présentée à l'Académie Royale des Sciences, en 1754, de même que la pendule qui suit.

ARTICLE IV. *Pendule à Equation.*

Pendule à secondes et à équation, à cercle mobile marquant les mois et leurs quantièmes ; sa description, n° 239, 257 ; vue, pl. XII, fig. 1, 2 etc.

ARTICLE V. *Montre à Equation à répétition.*

Montre à secondes, d'un seul battement, à équation et à répétition, marquant les mois et les quantièmes ; elle marche huit jours sans être remontée ; sa description, n° 300 ; vue, pl. XIII.

ARTICLE VI. *Montre à répétition sonnant les heures et les quarts.*

Répétition de montre qui sonne les heures et les quarts à chaque quart, et les répète à volonté; sa description, n° 541 ; vue, pl. XIV, fig. 3.

ARTICLE VII. *Thermomètre à cadran.*

Thermomètre à cadran ; sa description, n° 701 ; vue, pl. XIV, fig. 7, 8.

ARTICLE VIII. *Machine à centrer les roues.*

Machine à centrer les roues d'échappement pour les fondre ; sa description, n° 447 ; vue, pl. XVII, fig. 5, 6.

ARTICLE IX. *Levier ou Balance à peser les ressorts moteurs.*

Levier ou *Balance* pour mesurer la force des ressorts moteurs ; sa descrip. n° 508, vu pl. XVIII, fig. 15.

ART. X. *Balance élastique pour mesurer la force des ressorts spiraux.*

Instrument d'épreuve et *Balance élastique*, décrit n° 512, vu pl. XVIII, fig. 13 et 14. Cet instrument a été destiné aux épreuves *de la durée des grands et des petits arcs de vibration d'un même balancier*, portant un spiral : *à mesurer les degrés de*

force d'un spiral plus ou moins tendu, etc. Cet instrument a servi aux premières recherches faites par l'auteur de l'*Essai sur l'Horlogerie* avant 1763, pour parvenir à la découverte de l'isochronisme des vibrations du balancier par le spiral : découverte que cet auteur a terminée en 1768, comme on le verra ci-après. Voy. *Traité des Horloges Marines*, p. 547.

Tome II.

ARTICLE XI. *Démonstration des engrenages.*

Démonstration de l'engrenage (pour l'équilibre); des courbes, des dents, des roues et pignons. Comment tracer ces courbes, n° 1430—1446, plan. XX, fig. 5 et 6, et pl. XXI.

ART. XII. *Instrument pour faire des expériences.*

Instrument destiné à faire des expériences sur les suspensions du pendule et sur la résistance de l'air; sa description, n° 1544; vu, pl. XXII, fig. 1.

Des résistances qu'éprouve un pendule qui se meut dans l'air, n° 1558-1565.

Expériences faites sur le pendule libre, n° 1566—1590.

De la force requise pour entretenir le mouvement d'un pendule, selon l'étendue de ses arcs, etc. 1591—1624.

ART. XIII. *Expériences sur les pendules.*

Des pendules qui sont mus par l'action inégale des ressorts, et selon la nature de l'échappement, n° 1625—1637.

ART. XIV. *Expériences sur les échappemens.*

Echappement isochrone appliqué au pendule, n° 1657—1661.

Construction de l'échappement isochrone, n° 1324—1535. Voy. pl. XXIII, fig. 3.

Instrument ou machine servant à vérifier les effets des échappemens et les changemens qu'ils causent dans la durée des oscillations le pendule libre, n° 1638—1656.

ART. XV. *Du Pyromètre.*

Pyromètre construit en 1755. Essai, n° 1668. Les épreuves terminées en 1760.

Utilité du pyromètre pour l'épreuve des pendules à compensatoin. Essai, n° 2021, pour juger sûrement si le poids de la lentille est dans le rapport convenable avec la solidité des verges du pendule. Essai, n° 2021.

De la dilatation et contraction des métaux par la chaleur et par le froid, n° 1662—1670.

Description du *pyromètre*, instrument composé pour faire les

expériences sur les dilatation et contraction des métaux par diverses températures, n° 1671—1685.

Précis des expériences faites, le 17 mars 1760, avec le pyromètre, n° 1686.

Table des dilatations, n° 1696.

ART. XVI. *Calcul sur la variation causée par le pendule.* Calcul de la variation de l'Horloge à pendule, causée par l'extension et la contraction de la verge du pendule, n° 1705—1712.

ART. XVII. *Première construction du pendule composé.* Première construction d'un pendule composé pour la correction des effets de la température : ce pendule est composé de trois verges, deux d'acier et une en cuivre, et d'un levier pour achever la compensation, n° 1721, pl. XXV, fig. 2.

Expérience faite avec ce pendule étant appliqué, le 14 janvier 1760, sur le pyromètre, n° 1733.

Recherches et calculs sur le pendule à compensation, n° 1748-1760.

ART. XVIII. *Pendule composé de neuf barres.* Description et dimension d'un pendule composé de neuf barres, cinq d'acier et quatre en cuivre, formé en chassis, n° 1761 — 1767, pl. XXIII, fig. 12

ART. XIX. *Première Horloge Astronomique.* Description de la première Horloge Astronomique, composée par l'Auteur.

Cette Horloge à secondes sonne les secondes à volonté; le pendule porte sa compensation : elle marche un an sans être remontée : descript. du pendule et de la suspension, n° 1769—1781, pl. XXV, fig. 1, 2; celle du mouvement, n° 1782—1805 : les figures relatives sont représentées pl. XXVI.

ART. XX. *Seconde Horloge Astronomique.* Construction de la seconde Horloge Astronomique. Recherches et expériences, n° 2008—2029.

Description du pendule à compensation formé par un chassis de neuf verges, n° 2030—2038, représenté, pl. XXVIII. Son exécution terminée le 23 août 1760.

Du mouvement de l'Horloge, n° 2039—2047; vu, pl. XXIX.

ART. XXI. *Usage du Pyromètre.* Usage du pyromètre pour l'épreuve des verges de pendule composé. Voy. n° 2021.

Des Montres.

ART. XXII. *Principes du Régulateur des Montres.* Du régulateur des Montres, n° 1806—1809.

Du ressort spiral : des vibrations qu'il produit au balancier, n° 1819—1819.

Réflexion sur la nature du meilleur balancier, n° 1820.

Du balancier régulateur des Montres, de la manière de déterminer celui qui est le plus propre à mesurer le temps, n° 1822—1839.

ART. XXIII. *Des Frottemens.*

Des frottemens pour servir à la théorie des Montres ; des effets du chaud et du froid sur l'huile que l'on met aux machines qui mesurent le temps, afin d'en diminuer les frottemens, n° 1859.

De la manière de réduire le frottement, n° 1841—1847.

Sonnerie de secondes, mécanisme inventé par l'Auteur. Voy. *Essai*, tom. I et n° 392 et suiv. Sa description, tome II, n° 1792—1803.

De l'effet de l'huile pour diminuer le frottement, n° 1859—1867.

Comment réduire le frottement, n° 1869—1872.

Du frottement ou résistance de l'air, n° 1879.

ART. XXIV. *Des effets du chaud & du froid sur les Montres.*

Des effets du chaud et du froid sur les Montres : on fait voir que la chaleur retarde ou accélère la vîtesse des vibrations du balancier, selon la nature des frottemens, etc. et produit ainsi des effets contraires, et desquels on conclut les moyens de compenser les effets du chaud et du froid dans les Montres ordinaires.

Première proposition, n° 1880.

Le froid augmentant la tension, ou force élastique du spiral, les vibrations du balancier sont plus promptes.

Seconde proposition, n° 1881.

Le froid augmente les frottemens et les résistances des huiles dans les pivots du balancier, ce qui rend ses vibrations plus lentes, etc.

Les n°s 1881—1893 et suivans expliquent les moyens de compensation dans les Montres.

Remarque du n° 1894.

ART. XXV. *Remarque essentielle sur les effets de la température et des frottemens.*

Si on pouvoit détruire entièrement les frottemens et les effets des huiles sur le régulateur d'une Montre, elle feroit alors des écarts considérables par les changemens de température ; car le froid et le chaud agissant uniquement sur le spiral, et celui-ci acquérant ou perdant de son élasticité par le froid et par le froid,

les vibrations seroient beaucoup plus promptes par le froid et plus lentes par la chaleur, comme nous le ferons voir en traitant de l'Horloge Marine, chap. XLIII, d'où l'on croit que cet obstacle des frottemens et des huiles qui semblent s'opposer à la justesse des Montres, est au contraire une des principales causes de leur justesse; car si l'action du froid sur le spiral tend à accélérer les vibrations du balancier, la même action sur les huiles et sur les frottemens de ses pivots rend les vibrations plus lentes. C'est en combinant et en opposant ces effets qu'on parvient à la détruire l'un par l'autre, et à compenser l'action du chaud et du froid sur la Montre, ce qui supplée le mécanisme que j'ai imaginé pour mon Horloge Marine. Voy. chap. XLI; et si jusqu'ici on a fait des Montres qui vont bien, c'est que, sans le vouloir, les frottemens ont compensé d'eux-mêmes l'action du chaud et du froid sur le spiral.

Des expériences que j'ai faites pour vérifier les principes établis ci-devant sur les effets du chaud et du froid dans les Montres, n° 1904 — 1920.

ART. XXVI. *Instrument pour l'épreuve des Montres par diverses températures.*

Instrument propre à éprouver les Montres par les température, inclinaison, etc. n° 1921, vu pl. XXIV, fig. 5.

ART. XXVII. *Propriété des échappemens de l'isochronisme des vibrations, &c.*

De l'usage des échappemens, leurs propriétés; de l'isochronisme des vibrations du balancier; comment on peut y parvenir, n° 1925.

Jusqu'ici (dit l'Auteur) j'ai traité du régulateur des Montres, expliqué et établi les principes de justesse de ces machines, sans y faire mention de l'échappement, réduisant ce méchanisme au simple effet d'un engrénage, qui entretient et donne le mouvement au balancier. Je suis donc fort éloigné de suivre ceux qui ont écrit avant moi, en attribuant à l'échappement des propriétés imaginaires, démenties par l'expérience et par le raisonnement. J'ai commencé, dans les chapitres précédens, à établir des principes vérifiés par l'expérience sur le régulateur des Montres: je vais faire voir dans celui-ci qu'aucun des échappemens communs ne corrige les inégalités de la force motrice. Quant aux effets du chaud et du froid, les principes que j'ai établis, et les expériences que j'ai rapportées, ont suffisamment prouvé que l'échappement n'entre pour rien dans les écarts que produisent le chaud et le froid dans les Montres; ainsi, bien loin que je change l'opinion que j'avançai dans ma lettre à M. Camus, insérée dans le Mercure de France, le raisonnement et l'expérience n'ont servi qu'à me prouver que

ce

ce que je pensois en 1752 et 1754, sur la justesse des Montres, est fondé sur des principes certains. On ne doit donc pas être surpris si je m'arrête sur cet objet ; la théorie que j'ai établie m'ayant paru assez neuve et assez intéressante, pour que je jouisse du seul but que je me suis proposé, celui de m'instruire et d'être utile, etc. Voyez n° 1926 — 1932.

Echappement construit pour être isochrone dans les Montres, n° 1952 et 1955, vu pl. XXIII, fig. 5, 6.

Principes sur les forces de mouvement du balancier, n° 1935 — 1948. ART. XXVIII. *Principes sur le balancier.*

Calcul de la pesanteur à donner au balancier relativement au moteur, à l'étendue des arcs, de son diamètre, et du nombre de ses vibrations, n° 1949 — 1977.

De la force motrice des Montres, le ressort, n° 1978—1990.

Description d'une Montre à secondes d'un seul battement, le régulateur formé de deux balanciers, allant huit jours sans remonter, n° 1996 — 2007. Voyez pl. XXVII, fig. 6, 7, 8, 9, 10. ART. XXIX. *Montre à seconde à deux balancier allant 8 jours.*

De l'utilité de l'Horlogerie pour la Marine et pour découvrir les longitudes en mer.

« J'ai traité ci-devant (dit l'Auteur) de l'Horlogerie relativement à l'usage civil et à l'Astronomie; il me reste un objet plus intéressant à traiter, c'est son application à la navigation. Mais avant d'entrer dans le détail des principes que j'ai établis sur cette partie de la Mesure du Temps, il est à propos de parler de l'usage qu'on peut faire des Horloges en mer. Nous allons donner une notice des longitudes, en transcrivant l'explication donnée par M. Bouquer, dans son Traité de Navigation, p. 63. ART. XXX. *Utilité de l'Hrlogerie pour la Marine.*

Voyez n° 2059 — 2073, de l'Essai sur cette explication.

Examen des principes que l'on doit suivre dans la composition d'une Horloge à Longitudes, n° 2080—2091.

Principes de construction proposés pour l'Horloge Marine, n° 2092 — 2122. ART. XXXI. *Principes de construction de l'Horloge Marine* n° 1.

Digitized by Google

Construction abrégée de l'Horloge.

ART. XXXII. *Construction de l'Horloge* n° 1.

Le régulateur de l'Horloge est composé de deux balanciers de même diamètre et de même poids ; chaque balancier pèse 3 livres 9 onces 6 gros, qui se communiquent leur mouvement par deux roues dentées portées par leurs axes ; l'une de ces roues est d'acier, et l'autre de cuivre. La position des balanciers est celle horizontale, ainsi que celle du rouage ; elle est maintenue telle par une bonne suspension.

Les balanciers sont suspendus par des lames de ressort, qui en soutiennent la masse.

Le diamètre de chaque balancier est d'un pied ou douze pouces.

Chaque balancier pèse trois livres.

Les vibrations des balanciers sont produites par des ressorts spiraux les plus parfaits possible ; c'est-à-dire, de bon acier, et trempés très-dur après qu'ils sont pliés en spiral.

Chaque balancier est réglé par un spiral, et de force convenable, pour que chaque balancier, vibrant séparément, fasse ses oscillations en une seconde de temps.

Les pivots des balanciers roulent dans des trous faits dans des agathes orientales.

La compensation des effets de la température est produite par un chassis composé de douze barres ou branches, six en acier et six en cuivre. La verge de cuivre du milieu de ce chassis est double en largeur des autres ; sur le bout de cette verge agit le petit levier, et son axe, un second levier beaucoup plus long ; ce dernier porte à son extrémité une cheville qui fait mouvoir le rateau, dont une pince ou pièce fendue sert au passage du spiral dans cette fente : ce pince-spiral conduit par le chassis de compensation, et tend à allonger ou à accourcir le spiral par diverses températures, et à produire la correction.

Le moteur de l'Horloge est un ressort réglé par une fusée.

L'échappement de l'Horloge est composé de manière à rendre isochrone, ou de même durée, les arcs inégaux décrits par le pendule.

Voyez n° 2092 — 2122.

ART. XXXIII. *Description de l'Horloge Marine* n° 2.

Description de ma première Horloge Marine, n° 2125 — 2164, représentée planches XXX, XXXI, XXXII et XXXIII.

Détail de main-d'œuvre, calcul et expériences concernant cette Horloge, n° 2165 — 2209.

Construction d'une Horloge Marine verticale, avec un seul balancier, le moteur étant un poids, n° 2210—2241, représentée pl. XXXIV, fig. 1.

Disposition donnée au poids employé pour moteur de l'Horloge Marine, et empêcher que son action ne soit troublée par les agitations du vaisseau, n° 2217; ce méchanisme vu pl. XXXIV, fig. 1.

Horloge Marine à un seul balancier horizontal, et suspendu, le moteur un poids, n° 2252—2230, vue pl. XXXV.

ART. XXXIV. *Construction d'un Horloge Marine plus simple.*

Compas à mychromètre pour mesurer les diamètres des pivots, pl. XXXV, fig 12, sa description n° 2273.

ART. XXXV. *Compas à mychromètre pour la mesure des pivots.*

TRAITÉ DES HORLOGES MARINES.

Du régulateur des Horloges Marines.

Principes sur cet objet, n° 72—77.

Quelle doit être la nature des balanciers, selon les diverses agitations qu'ils doivent éprouver.

ART XXXVI. *Principes sur le régulateur des Horloges Marines.*

Première proposition.

Plus un balancier fait un grand nombre de vibrations, dans un temps donné, et moins il est susceptible des agitations, n° 95—98.

Seconde proposition.

La vîtesse des vibrations du régulateur d'une machine portative, sa masse, etc, doivent varier selon la nature des agitations auxquelles le régulateur est exposé, n° 99—105.

De la manière de déterminer la pesanteur et le diamètre du balancier, n° 112—120.

Suite des principes relatifs au régulateur de l'Horloge Marine, n° 121—128.

De l'isochronisme des oscillations du balancier produites par le spiral, n° 137.

ART. XXXVII. *Principes établis sur l'isochronisme des oscillations du balancier par le spiral.*

« L'application du ressort spiral au balancier, est une des plus heureuses découvertes qu'ait fait l'Art de l'Horlogerie; on la doit, ainsi que celle du pendule, à Huyghens. Le spiral cependant, tel qu'on l'a employé jusqu'ici, causoit des écarts considérables aux Horloges: car, 1°, on a reconnu, par expérience, que la chaleur

diminue l'élasticité (1) des ressorts, et que le froid (2) l'augmente; ensorte qu'une Horloge où il est appliqué au balancier, doit retarder par le chaud, et avancer par le froid. 2°. J'ai appris, par des expériences certaines, que les grands et les petits arcs décrits par un balancier, ne sont pas isochrones, et qu'en général, dans un balancier *libre*, les grands arcs sont plus prompts que les petits; ainsi, pour peu que le balancier fasse de plus grands ou de plus petits arcs, l'Horloge variera; et cet effet est causé par l'action du spiral. Je vais traiter dans cet article des principes qui m'ont conduit à rendre isochrones, les vibrations d'inégale étendue du balancier (par le spiral même) un des objets les plus intéressans des Horloges et des Montres à Longitudes, n° 157.

Examen des effets qui résultent de l'inégalité dans les arcs de vibration du balancier, soit qu'elle soit produite par les changemens de la force motrice, ou par les agitations du vaisseau. Voy. n° 138 — 140.

Par cet examen on prouve que l'isochronisme des vibrations ne peut avoir lieu par un échappement quelconque, et qu'on ne peut l'obtenir que par le régulateur même.

Comment on peut obtenir par le spiral l'isochronisme des vibrations du balancier, n° 141 — 149, comprenant quatre propositions qui établissent les loix de l'isochronisme du spiral.

Sur les lames d'acier servant à faire des ressorts spiraux, n° 150 — 159.

Des qualités qu'il faut ajouter à un spiral isochrone pour qu'il conserve ses propriétés, etc. n° 160 — 182,

Du rapport qu'il y a entre la pesanteur du balancier et la force de son spiral, comment trouver la force du spiral, le balancier étant donné; ou le spiral étant donné, trouver la pesanteur du balancier, n° 183 — 200.

Expériences faites sur la progression de la force des ressorts spiraux, pour servir à prouver les principes établis, n° 141, et suite sur l'isochronisme des vibrations du balancier. Voyez n° 201 — 241.

(1) L'élasticité est cette propriété des corps à ressort, par laquelle, lorque leur figure a été changée par quelque effort, ils reprennent cette figure, lorsque l'effort vient à cesser: c'est cette propriété qui constitue le ressort.

C'est en vertu de l'élasticité qu'un ressort écarté de son repos tend à y revenir; mais c'est en vertu de sa pesanteur qu'il fait autant de chemin de l'autre côté de son repos, et qu'il produit des vibrations.

(2) Nous traiterons ci-après des moyens de corriger ces effets de la température.

Méchanisme de compensation.
De la matière du balancier, n° 242 — 246.

ART. XXXVIII. *De la compensation des effets de la température dans les Horloges Marines.*

De l'action du chaud et du froid sur le régulateur d'une Horloge Marine, n° 247 — 254.

Des moyens de compenser les effets du chaud et du froid dans les Horloges Marines, n° 255 — 267 — 272.

De l'échappement, n° 273 — 283.

ART. XXXIX. *De l'échappement de l'Horloge.*

Du rouage des Horloges Marines, n° 284 — 304.

ART. XL. *Du rouage.*

Du moteur de l'Horloge Marine, n° 305 — 323.

ART. XLI. *Du moteur.*

De la suspension des Horloges Marines, n° 324 — 342.

ART. XLII. *De la suspension.*

Horloge Marine, n° 2; Régulateur formé par deux balanciers suspendus par des ressorts, les quatre pivots roulant chacun entre trois roulant. Chaque spiral ayant son mécanisme de compensation composé des deux chassis, la pl. V fait voir l'Horloge en profil; sa description, n° 504.

ART. XLIII. *De l'Horloge Marine*, n° 2.

Le plan de l'Horloge est vu pl. VI; sa description, n° 517.

La pl. VII représente la compensation des effets du chaud et du froid; chaque chassis est formé de seize tringles, huit en acier et huit en cuivre. Les tringles du milieu, qui sont en cuivre, agissent sur un petit levier dont le bras opposé, beaucoup plus long, agit sur un bras du pince-spiral, de telle sorte que le spiral devient plus court à mesure que la chaleur ralentit les vibrations, il et plus long lorsque le froid les accélère: de cette combinaison, il résulte que l'Horloge ne varie pas du chaud au froid.

Cette Horloge fut construite en 1763, et son exécution terminée en 1764. Voy. *Appendice*, n° 4.

Horloge Marine, n° 3, ou Montre Marine verticale. La planche VIII représente les diverses parties de cette Montre.

ART. XLIV. *Construction de la Montre Marine*, n° 3.

La construction de cette Montre est expliquée, n° 556.

Dans les Horloges uniquement destinées pour la mer, on peut employer, comme je l'ai fait dans mes deux premières Horloges, un grand balancier pesant à vibrations lentes: mais dans une Horloge portative, qui doit éprouver des mouvemens plus irréguliers, il faut que la vîtesse de son balancier et le nombre de

ses vibrations suppléent à la masse d'un grand balancier à vibrations lentes.

Je construisis en conséquence de ces principes, n° 3, avec un balancier qui fit quatre vibrations par seconde, et dont le diamètre est de deux pouces ou 24 lignes, et le poids de trois à quatre gros.

Pour réduire les frottemens des pivots de balancier à la plus petite quantité possible, je fis couler chacun de ces pivots entre trois rouleaux du plus grand diamètre que le volume auquel je m'étois restreint, a pu permettre, et les pivots tant du balancier que des rouleaux sont aussi petits que la pression qu'ils éprouvent pouvoit supporter.

Le mécanisme des compensations étoit dans cette Montre la même que dans les deux premieres Horloges. Dans la suite, je supprimai ce mécanisme pour en employer un plus simple, une lame composée d'acier et une de cuivre rivées l'une sur l'autre, agissant sur le pince-spiral.

J'appliquai à la Montre l'échappement à cheville à repos d'un très petit rayon ; mais malgré tous les soins apportés à son exécution, il éprouvoit de grands frottemens variables par l'effet de l'huile qu'il exige, ensorte que je l'ai supprimé pour y adapter l'échappement libre, qui a très-bien réussi. Voy. sa description, n° 1002. Il est représenté, pl. VIII, fig. 6 et 7.

Je construisis et adaptai à cette Montre un mécanisme particulier fort utile pour sa conservation, etc. C'est une détente mise en action par la fusée, et qui sert à arrêter le balancier avant que le ressort ne soit arrivé au bas. Cette détente sert sur-tout, lorsque dans le transport par terre on oublie d'arrêter le balancier, qui, abandonné à lui-même éprouvant les secousses de la voiture, ne manqua pas de briser quelques parties de l'échappement, ainsi que cela est arrivé aux Horloges qui n'avoient pas cette mécanique, et dont la négligence des Observateurs n'avoient pas arrêté le balancier. Cette détente, aussitôt qu'on remonte les Montres ainsi arrêtées, rend la liberté au balancier, qui reprend sa marche. Un bras qui répond à cette détente sert aussi à remettre la Montre à l'heure et à la seconde.

Ce mécanisme est représenté pl. VIII, fig. 2, à son explication, n° 579; il n'a été appliqué qu'à l'Horloge n° 2, et à la Montre n° 3; et c'est par une mauvaise économie que je l'avois

bandonné. Je viens de l'employer de nouveau dans mes Montres portatives, n° 72, 73, etc.

Le Cadran de la Montre n° 3, a un peu moins de cinq pouces de diamètre, la boîte en cuivre a la figure ordinaire des boîtes de Montres.

De la Montre n° 3.

ART. XLV. *Epreuve de la Montre Marine*, n° 3, *en* 1764.

La Montre Marine fut terminée au commencement de novembre 1763.

Après que l'auteur eut fait diverses expériences particulieres, qui furent achevées vers le milieu de 1764, il proposa à M. le duc de Choiseul, alors Ministre de la Marine, qu'il en fît faire l'essai en mer : ce Ministre ordonna, en conséquence, que M. l'abbé Chappe fût chargé d'en faire l'épreuve, et que M. Duhamel y assisteroit. Ces MM. se rendirent à Brest en octobre 1764, où l'on avoit armé la frégate l'Hirondelle, commandée par M. le Chevalier de Goimpy. On peut voir les détails de cette épreuve dans l'Appendice, n° 6, du Traité des Horloges Marines, qui contient le Mémoire de M. l'Abbé Chappe, lu à la rentrée publique de l'Académie des Sciences, le 14 novembre 1764.

ART. XLVI. *Second voyage de l'auteur à Londres.*

Au commencement de 1766, l'auteur reçut ordre du Gouvernement de faire un second voyage à Londres : le succès en fut le même qu'auparavant ; il ne vit pas la Montre d'Harrisson, ainsi qu'on l'avoit fait espérer, malgré l'offre du Ministre de France de lui payer 500 liv. sterling : il ne voulut pas y consentir *pour une telle bagatelle* (1).

Ce fut à la suite de cet inutile voyage que le Gouvernement se décida enfin à faire construire par ses propres artistes des Horloges Marines, et sans recourir aux étrangers. F. Berthoud reçut l'ordre en date du 2 août 1766, de construire et d'exécuter pour le compte du Roi deux Horloges à Longitudes : ces Horloges, exécutées en conséquence de cet ordre, ont été connues sous les noms de n° 6 et de n° 8 (2).

(1) Heureusement pour l'honneur de nos arts, ce marché n'eut pas lieu ; mais le ministre croyoit que les Anglois en savoient plus que nous. Il a fallu se prêter aux circonstances, et nous avons produit, sans leur secours, des Horloges qui n'ont rien de commun avec la construction de la Montre de Harrisson, et dont la perfection l'égale au moins.

(2) Voyez pag. 3 du *Mémoire sur le travail des Horloges et des Montres à*

Horloge Marine, n° 6.

ART. XLVII. *Construction de l'Horloge Marine, n° 6, ordonnée par le Gouvernement.*

Le régulateur de cette Horloge est un seul balancier placé horizontalement et suspendu par un ressort droit. Le balancier fait quatre vibrations par secoude; son diamètre est 28 lignes : il pèse 290 grains.

L'échappement est à repos, d'une construction particulière, destinée à employer des palettes de rubis, et une roue d'acier trempée très-dur. L'échappement n'agit pas immédiatement sur le balancier; mais par renvoi comme dans l'Horloge, n° 1 : l'axe de balancier porte un pignon de 40 dents dans lequel engrène une portion de roue ou rateau : c'est sur l'axe de ce rateau que sont ajustées deux portions ou tranches de cylindre formée par des rubis d'Orient. La roue d'échappement porte des dents figurées en plans inclinés qui agissent sur les palettes de rubis. Le mécanisme de compensation est un chassis composé de huit tringles d'acier et de huit tringles de cuivre: les deux tringles de cuivre qui forment le milieu de la largeur du chassis agissent sur le petit bras d'un grand levier, et celui-ci agit sur le bras du pince-spiral, comme dans l'Horloge n° 1. Le moteur de l'Horloge est un poids qui descend librement entre trois piliers d'acier qui le maintiennent dans la même position, et par une crémaillère et deux cliquets qui empêchent les contre-coups que pourroient causer les agitations du vaisseau.

Les chapitres VIII et IX de la seconde partie du Traité des Horloges Marines servent à expliquer la construction et les épreuves de l'Horloge n° 6, et de celle n° 7. Les figures de ces deux machines sont représentées dans les pl. IX, X, jusqu'à celle XVII.

L'Horloge n° 6 fut terminée en 1767; c'est d'après des épreuves particulières, faites relativement à cette machine, que l'Horloge n° 8 fut construite et exécutée. Cette dernière pouvant être considérée comme une des plus parfaites que F. Berthoud ait produit, et qui par-là mérite quelques détails, nous allons les donner toujours abrégés.

Horloge Marine, n° 8.

ART. XLVIII. *Principes & construction de l'Horloge Marine, n° 8.*

Les Horloges Marines que j'ai décrites ci-devant (dit l'Auteur) avoient donné assez de justesse pour m'engager à poursuivre ce

Longitudes, inventées par F. Berthoud, *placé à la suite du Traité des Montres à Longitudes,*

travail,

travail, mais non pas assez pour me satisfaire. Je voyois au-delà un terme assez éloigné auquel on pouvoit cependant atteindre. Cette idée, d'une plus grande perfection, que je voyois clairement très-possible me fit commencer l'Horloge n° 8, lors même que les Horloges n° 6 et 7, venoient à peine d'être finie. C'est cette même Horloge, n° 8, qui appartient au Roi, qui a été construite et exécutée par ses ordres, et dont l'épreuve a été faite par MM. de *Fleurieu* et *Pingré*, dans une campagne de mer qui a duré plus d'un an. Nous donnerons ci-après l'extrait de sa marche pendant cette campagne; et avant de décrire cette Horloge, nous allons rapporter sur quels principes étoient fondées nos espérances. On verra par les diverses expériences qui ont été faites avec cette machine, que l'on peut, avec quelques certitudes, penser que l'Horlogerie sera un jour très-utile à la navigation, à moins que les efforts des artistes ne soient arrêtés par les obstacles qu'on voudroit opposer à la découverte qui les occupe, n° 822.

Recherche sur la composition du Régulateur de l'Horloge n° 8.

Les balanciers des Horloges, n° 6 et 7, ont 28 lignes de diamètre, et font quatre vibrations par seconde. Examinons quelles sont les dimensions les plus convenables à donner au balancier de n° 8, pour qu'il ait la plus grande force de mouvement possible (eu égard au volume du tambour dans lequel il convient de le placer) et que cette force éprouve moins de frottement. Voy. n° 823.

Si l'on fait battre deux vibrations par seconde au balancier, et qu'il soit de même poids que celui de n° 6, mais double de diamètre, ils auront l'un et l'autre la même force de mouvement, en supposant qu'ils décrivent des arcs semblables; mais les frottemens seront comme le nombre des vibrations, c'est-à-dire, comme 4 : 2. Il est donc préférable de diminuer le nombre des vibrations, et d'augmenter le diamètre du balancier : n° 824.

Si le balancier fait une vibration par seconde, et que son diamètre soit quatre fois plus grande que celui n° 6, ils auront la même vîtesse à leurs circonférences, en supposant les arcs semblables : et si les balanciers ont la même pesanteur, la force de mouvement sera la même ; mais dans ce cas, le balancier à vibrations lentes aura quatre fois moins de frottement (en supposant les pivots et les rouleaux de même diamètre) ce qui est évident; car la pesan-

tenr étant la même, le frottement sera comme l'espace parcouru par les pivots, c'est-à-dire, comme le nombre des vibrations : des vibrations lentes et un grand Balancier sont donc un moyen sûr d'obtenir un excellent régulateur, n° 825.

C'est d'après cet examen que je suis revenu aux vibrations lentes que j'avois employées dans mes deux premières Horloges Marines. Je ne les avois abandonnées que dans la crainte que les agitations du vaisseau ne tendissent à déranger ces sortes de vibrations ; mais j'ai prévenu ce défaut en donnant beaucoup plus d'étendue que je n'avois fait aux arcs de vibration, et en augmentant plutôt la force du balancier par son diamètre que par sa masse. L'expérience a pleinement justifié ces principes, car dans l'épreuve qui a été faite en mer, on n'a pas pu penser que l'Horloge n° 8, fut plus susceptible des agitations du vaisseau que celle n° 6.

Régulateur de l'Horloge n° 8, *et abrégé de la construction de cette Horloge.*

ART. XLIX. *Régulateur de l'Horloge* n° 8.

Le balancier est horizontal et suspendu par un ressort droit.

Son diamètre est de 55 lig. $\frac{7}{12}$.

Il pèse 3 onces 1 gros $\frac{1}{2}$ 27 grains.

Le balancier fait une vibration par seconde, et l'aiguille un battement par seconde.

Le spiral est isochrone ; il a 12 pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, fait huit tours : il a 8 lig. de diamètre. L'échappement est à repos ; la roue d'acier a 30 dents portant des plans inclinés qui agissent sur les palettes en rubis. L'axe de ces palettes porte un rateau qui engrène dans un pignon nombré, fixé sur l'axe du balancier.

L'arc de levée de l'échappement est de 70 degrés ; l'arc de vibration 250 degrés.

La compensation dans cette Horloge est produite par un chassis et un levier, comme dans les n°s 1 et 6, etc.

ART. L. *Le moteur eſt un poids.*

Le moteur est un poids.

Voyez la description de cette Horloge, n° 822 — 946, et les planches XVIII et XIX.

L'Horloge, n° 8 fut terminée le 13 septembre 1768, et transportée à Rochefort avec l'Horloge n° 6, le 12 octobre suivant. Ces deux Horloges furent embarquées sur la frégate l'*Iris*, commandée par M. de Fleuricu.

Digitized by Google

Effets des huiles pour changer l'étendue des arcs de vibrations.

ART. LI. *Remarque sur l'effet des huiles dans le* n° 8.

Dans l'épreuve qui fut faite en 1768 et 1969 de cette Horloge par M. de Fleurieu, on trouve que les arcs décrits par le balancier étoient en 1768, lors du départ, de 240 degrés. Au retour de l'Horloge en 1769, ces arcs étoient de 210 degrés ; donc différence 30 degrés en un an. Voyez *Traité des Horloges Marines*, n° 903.

Cette différence, dans l'étendue des arcs, a causé un retard de près de 14 deg. par jour.

La même Horloge, ayant été nétoyée avec de nouvelle huile, fut embarquée en 1771 sur la frégate *la Flore*, commandée par M. Verdure de la Crana.

Les observations faites par M. le chevalier de Borde et Pingré, commissaire de l'Académie.

Au départ de l'Horloge n° 8, le 27 septembre 1771, les arcs décrits par le balancier étoient de 233 degrés. Le 21 novembre 1772, au retour de cette Horloge, les arcs étoient de 228 degrés. Donc, différence environ 5 deg. en 14 mois. *Traité des Horloges Marines*, n° 1470.

La marche de l'Horloge à son départ ne différoit à son retour que d'environ 1 sec. Voy. n° 1466 du Traité.

Cette Horloge embarquée en ..... reçut un coup de canon : elle me fut rendue en par ordre du Ministre. A son retour, je la nétoyai et changeai d'huile ; depuis cette époque le balancier a constamment décrit les mêmes arcs en été et en hiver.

De l'Echappement à vibrations libres, n° 967.

ART. LII. *Principes servant de base à l'échappement à vibrations libres.*

L'échappement à repos à roue d'acier, palette en rubis, dont l'axe portant un rateau qui agissoit sur un pignon fixé à l'axe du balancier, en multipliant sa vîtesse ; cet échappement, dis-je, avoit parfaitement réussi dans les Horloges n°s 6, 7, et sur tout dans le n° 8, par des proportions plus favorables ; mais cet échappement étoit d'une exécution très-difficile, et exigeoit un travail trop considérable pour pouvoir être imité. F. B. fut donc obligé de faire de nouvelles recherches, pour suppléer l'échappement à repos par des rubis ; et long-temps avant 1768 il s'en étoit occupé : car

dès 1754 il composa un échappement à vibrations libres, dont il a conservé le modèle. C'est ce même échappement, perfectionné et simplifié, qu'il a substitué à celui des Horloges nos 6 et 8; c'est-à-dire, aux Horloges Marines qu'il a faites depuis 1768.

« Les conditions les plus essentielles que la théorie exige de l'échappement le plus parfait, sont, 1°, que la force du moteur soit transmise sans perte au régulateur au moyen de l'échappement; c'est-à-dire, que la roue d'échappement communique au régulateur la force qu'elle reçoit du moteur, avec le moins de frottement possible. 2°, Qu'après que la roue a communiqué l'impulsion au régulateur, celui-ci achève librement sa vibration. 3°, Que l'action de l'échappement ne puisse en aucune manière changer la nature des oscillations du régulateur; c'est-à-dire, que si les oscillations libres du régulateur sont isochrones, ces oscillations le soient encore après l'application de l'échappement à l'Horloge (1). 4°, Que l'échappement n'exige point d'huile, ensorte que les frottemens qu'il éprouve, soient les plus petits possible, et que par conséquent les variations qui peuvent survenir dans ces frottemens, ne soient jamais capables d'affecter la marche de l'Horloge, ou d'altérer l'isochronisme de ses oscillations. Telles sont les propriétés que je desirois obtenir d'un échappement, lorsque j'ai traité de la théorie des Horloges Marines (n° 276). Ces propriétés se trouvent heureusement réunies dans l'échappement à vibrations libres, dont la première application a été faite à l'Horloge n° 9, à la Montre Marine n° 3, et à l'Horloge n. 10. Voyez nos 967, 968.

De l'échappement à vibrations libres, tel que je le composai en 1754, nos 969 — 974, vu pl. XIX, fig. 4.

Echappement à vibrations libres plus simple. Voyez nos 977 — 981, et pl. XIX, fig. 5.

Echappement à vibrations libres appliqué aux Horloges nos 9 et 10. Voyez nos 982 — 1000, et pl. XIX, fig. 6, 7, et pl. XX, fig. 1, 2, 3.

Echappement à vibratoins libres appliqué à la Montre Marine n° 3, sa description, n° 1002 — 1006, représenté pl. VIII, fig. 6, 7.

(1) L'échappement à repos de l'Horloge n° 8 réunit ces diverses perfections exigées: car le frottement du repos est infiniment réduit; le cylindre qui porte les palettes de rubis parcourt un très-petit chemin, pendant que les arcs de vibrations multipliées ou fort augmentées par la roue de rateau en fait décrire de très-grands: à la rigueur cet échappement pourroit se passer d'huile; car sans huile le balancier décrit de plus grands arcs: mais l'auteur n'a pas osé tenter de se passer d'huile.

Digitized by Google

Horloge Marine n° 10, à échappement à vibrations libres, moteur un poids; sa construction, n° 1007—1026, sa description, n° 1027 – 1051, pl. XX.

ART. LIII. *Construction de l'Horloge Marine n° 10, avec l'échappement à vibrations libres.*

Rapport fait à l'Académie Royale des Sciences sur l'épreuve faite en mer par MM. de Fleurieu et Pingré, en 1768 et 1769. *Traité des Horloges Marines*, Appendice, n° 8, p. 549.

ART. LIV. *Epreuve faite en mer en 1768 & 1769 des Horloges n° 6 et 8.*

Montre Marine fort simple pour porter l'heure au vaisseau, n° 1093 —1102, pl. XVI, fig. 1, 2, 3.

Sa compensation par un arc de cuivre, appuyé sur une règle d'acier, n° 1103. Voyez pl. XVI, fig. 6.

Clef à remontoir, propre à empêcher les accidens lorsqu'on remonte en sens contraire. Voyez pl. XXI, fig. 9; sa description, p. 574, *Traité des Horloges*, Supplément. Voy. aussi le n° 813.

ART. LV. *Clef à remontoir.*

Balance élastique, sa description, n° 1144; vue pl. XXV, fig. 6.

ART. LVI. *Description de la balance élastique.*

Etuve, sa description, n° 1415; vue pl. XXVI, fig. 1.

ART. LVII. *Description de l'étuve.*

Instrument des passages, et des hauteurs correspondantes, pl. XXVII, fig. 1, 3; sa description, n° 1331.

ART. LVIII. *De l'instrument des passages et des hauteurs.*

Compteur ou Valet Astronomique, pl. XXVII, fig. 2; sa description, n° 1354.

ART. LIX. *Compteur ou Valet Astronomique.*

Des instrumens et outils nécessaires pour rendre l'exécution des Horloges Marines plus parfaites, n° 1106 — 1150.

ART. LX. *Des instrumens et outils servant à l'exécution des Horloges Marines.*

De la main-d'œuvre pour l'exécution des Horloges Marines, n° 1151 — 1325.

ART. LXI. *Traité de la main-d'œuvre des Horloges Marines.*

Des observations et des épreuves qui servent à constater l'état de perfection des Horloges Marines, n° 1326 — 1457.

ART. LXII. *Des épreuves des Horloges avant d'aller en mer.*

Extrait de la marche de l'Horloge Marine n° 8, dans la campagne de la *Flore*, en 1771 et 1772, n° 1466.

ART. LXIII. *Marche de l'Horloge n° 8, en 1771 et 1772.*

Digitized by Google

De la Mesure du temps, ou Supplémens au Traité, etc. *vol. in-4°* 1787.

ART. LXIV. *Compensateur isochrone.*

Compensateur isochrone, ou méchanisme propre à suppléer l'isochronisme du spiral. Voy. n° 1 — 13; il est représenté pl. IV, fig. 9, 10, en plan; de profil, *P*, *Q*, *z*, fig. 1 et fig. 5 en perspective.

Des moyens d'obtenir plus de justesse des Horloges Marines dans les voyages de long cours, par une Table d'équation composée des arcs et de la température. Voy. n° 14 — 22.

De l'exécution des grands spiraux trempés tout pliés, n° 23—67.

ART. LXV. *Echappement à vibrations libres, à* DÉTENTE-RESSORT & LEVÉE-RESSORT.

Echappement à vibrations libres, le plus simple; c'est-à-dire, *détente-ressort* et *levée-ressort*, principes de sa construction et de son exécution Voy. n° 68—71, et 82—98; il est représenté pl. IV, fig. 6, 7. Cet échappement a été appliqué à la Montre de poche à Longitudes terminée en 1785. Voy. n° 35.

Horloge horizontale à Longitudes, n° XXIV (1), *à ressort, construite à dessein de suppléer la grande Horloge à poids.*

ART. LXVI. *Horloge à Longitudes*, n° *XXIV à ressort.*

« Les grandes Horloges Marines à poids, n°s 8, 18 (2) et 19 (3), que j'ai exécutées pour le compte du Roi, sont de très-bonnes machines (ainsi que l'expérience l'a prouvé). Elles ont un régulateur puissant; les frottemens et les résistances des huiles sont réduites à la plus petite quantité; les ressorts spiraux réglants de ces machines sont isochrones; ces ressorts sont trempés tout pliés, et d'une trempe parfaite, ensorte que leur force et leur élasticité

(1) Cette Horloge fut commencée en 1780 et terminée en 1782. Elle est actuellement aux Indes; elle a été embarquée en 1784 avec l'Horloge n° XXIII sur un vaisseau commandé par M. le Comte de Rosily, (aujourd'hui Vice-amiral, Directeur du dépôt des cartes de la Marine.) Cet officier dans cette campagne fit les observations relatives à leur usage.

(2) L'Horloge n° 18 servit en 1776 à M. le Chevalier de Borde dans la campagne pour fixer la position du côté d'Afrique.

(3) Les Horloges n° 18 et 19 furent embarquées en 1785 sur les vaisseaux commandés par M. de la Pérouse.

Digitized by Google

est constante, ainsi que leur figure. Mais avec tous les avantages que j'ai réunis dans la construction et dans l'exécution de ces machines, comme elles sont à poids, leur volume est si grand, que dans les circonstances actuelles de la guerre (en mars 1780), toutes parfaites qu'elles soient, il n'est pas possible d'en faire usage, soit par la difficulté du transport par terre, soit parce que de si grandes machines peuvent être plus sensibles à l'effet de l'artillerie : ce sont ces considérations qui m'ont engagé à construire des Horloges à ressort assez exactes pour suppléer les grandes Horloges à poids, et servir, comme celles-ci, à la rectification des cercles, et à la conduite du vaisseau, en faisant usage de la *Table composée des arcs et de la température*. Tel est l'objet que j'ai en vue dans la composition de l'Horloge n° XXIV, dont nous allons traiter, et des autres Horloges, n° XXV, n° 4 à ressort, n° 1, etc., décrits ci-après ». n° 151.

Des moyens de construction employés dans l'Horloge n° XXIV, n° 152 — 164.

N° 158, application de rubis aux points de contact des leviers de compensation, etc.

Description de l'Horloge à Longitudes n° XXIV, n° 166 — 179.

Cette Horloge est Horizontale ; la force motrice est un ressort égalisé par une fusée ; le balancier est suspendu par un ressort droit ; il est placé au centre de la cage ; il fait deux vibrations par seconde ; l'aiguille bat les secondes ; l'échappement est celui à vibrations libres ; la compensation du chaud est produite par un chassis composé de seize tringles, dont l'action correspond au levier de compensation, dont les points de contact sont formés par deux rubis d'orient, n° 165.

La planche I représente les plans de cette Horloge. Voyez la description, n° 166 — 179.

Ses dimensions, n° 180 — 183.

Horloge à Longitudes n° 25.

ART. LXVII. *Horloge à Longitudes* n° 25, *à ressort.*

La construction de l'Horloge n° 25, est la même que celle du n° 24, dont elle ne diffère que par de plus petites dimensions qui la rendent plus commode pour les Navigateurs. Voy. sa description, n° 184 — 217.

Cette Horloge fut commencée en 1781, terminée en 1782, et embarquée en 1785 pour l'expédition de M. de la Pérouse.

Horloge horizontale, n° 4, à ressort.

ART. LXVIII. *Horloge n° 4, à ressort - balancier, quatre vibrations par seconde.*

Cette Horloge est à ressort, égalisée par une fusée; le balancier suspendu par un ressort droit, fait quatre vibrations par seconde. L'échappement est à vibrations libres, ainsi l'aiguille des secondes bat les demi-secondes. La compensation du chaud et du froid est produite par un chassis composé comme dans les grandes Horloges Marines à poids. Cette Horloge fut construite en 1773; j'en exécutai quatre sur les mêmes plans; elles furent terminées en 1775. Je remis celle n° 4, en 1776, à M. le Chevalier de Borde, par ordre du Ministre. Cet officier s'en est servi utilement dans la campagne faite sur les côtes d'Afrique. Elle est représentée, pl. II, fig. 1, 2. Description, n° 220—225.

ART. LXIX. *Petites Horloges à Longitudes portatives pour servir en mer et en terre.*

De petites Horloges portatives destinées à déterminer les longitudes, tant à la mer qu'à terre: à la mer, en supportant les agitations du vaisseau et les commotions de l'artillerie; à terre, transportée dans une voiture, les chocs, etc.

Les Horloges Marines à poids et celles à ressort dont il a été fait mention ci-devant, sont particulièrement destinées pour des campagnes d'observation servant à perfectionner la géographie. L'auteur s'occupe maintenant, en 1775 (1), de la construction de petites Horloges propres à servir en temps de guerre et à donner la longitude tant en mer qu'à terre.

Principes de construction de petites Horloges à Longitudes (Marines et Terrestres.)

Les Montres à Longitudes qui doivent servir en temps de guerre, pour soutenir sans dérangement les secousses et commotions de l'artillerie des vaisseaux; et à terre les cahotages de la voiture doivent être d'une nature différente des grandes Horloges Marines à poids. Les Montres à Longitudes, pour remplir les vues que je me suis proposées, doivent être plus approchantes de la nature des Montres de poche; comme celles-ci elles doivent supporter, sans dérangement, des mouvemens violens et réguliers de toute espèce: et telles sont en effet les propriétés des bonnes Montres de

(1) Voyez l'ouvrage qui a pour titre: *les Longitudes par la mesure du temps* in-4. Paris, 1775, page 68.

poche

poche, que les mouvemens les plus violens du cheval et de la voiture ne les font pas varier, etc. Voy. n° 229—246.

Construction de la petite Horloge à Longitudes, n° 1 *de cette espèce.*

ART. LXX. *Petite Horloge à Longitudes portative*, n° 1.

Ma première Montre Marine, éprouvée à Brest, en 1764, avoit été construite à dessein de servir à donner les longitudes à la mer et à terre, étant transportée dans une voiture, voy. *Traité des Horloges Marines* n° 556; et cette machine paroissoit répondre à mes vues. Mais la nature de la construction et l'exécution même laissoient beaucoup à desirer; aussi, peu de temps après les épreuves de cette Montre, me suis-je occupé de la composition d'une nouvelle Montre à Longitudes, propre à se voir à terre transportée dans une voiture, et par-là même en état de soutenir à la mer, non-seulement les agitations du vaisseau, mais plus particulièrement les commotions de l'artillerie; à servir enfin d'Horloge Astronomique à terre, placée sur une table. Tel a été le but de la composition de la petite Horloge, n° 1, exécutée en 1777, laquelle a servi en 1780 et 1781 dans l'escadre de M. le Chevalier de Ternay; en 1784 à M. de Chasteney-Puységur. Voy. n°s 247—258, et la description n° 259—274, représentée pl. V, fig. 4, 5.

Le balancier de cette Horloge, n° 1, est horizontal et suspendu par un ressort; les pivots tournent entre six rouleaux: il fait six vibrations par seconde; son spiral est isochrone et trempé tout plié. L'échappement est à vibrations libres; la correction de la température par un chassis: la force motrice un ressort égalisé par une fusée. Voy. 248—252. L'Horloge portée par une suspension. Voy. pl. VI, fig. 1; sa description, n°s 313—318.

Petite Horloge à Longitudes portative, n° 36, *plus simple, destinée à servir à terre et en mer.*

ART. LXXI. *Petite Horloge portative*, n° 36, *pour servir à donner les Longitudes en mer et à terre.*

Cette Horloge est horizontale, et portée par une suspension pour servir en mer. Elle est à ressort égalisé par une fusée. Le balancier fait six vibrations par seconde; la pointe intérieure de son axe est trempée et très-dure; elle roule sur un diamant: le pivot inférieur de l'axe de balancier tourne entre trois rouleaux d'un grand diamètre, et le pivot supérieur tourne dans le trou

du pont élevé, ensorte que ce pivot sert particulièrement à maintenir l'axe verticalement L'échappement est à vibrations libres à détente : l'aiguille des secondes fait trois battemens par seconde. La correction de la température est produite par une lame composée d'acier et de cuivre, qui agit sur le pince-spiral, etc. Voy. la construction nos 293—297; sa description, nos 298—312. Elle est représentée, pl. III, fig. 1, 2, 3. Sa suspension, pl. VI, fig. 1, est décrite, n° 313.

De la première Montre à Longitudes verticale portative (de poche.)

ART. LXXII. *Montre à Longitudes portative (de poche).*

En 1765, je fis le plan d'une Montre de poche à Longitudes dont le mouvement fut exécuté en *blanc*. Voy. *Introduction au Traité des Horloges Marines*, pag. XXIV. Cette Montre est restée depuis lors dans le même état, parce que d'autres travaux m'ont occupé, et que d'ailleurs ce mouvement n'étoit pas assez bien exécuté : enfin, j'ai fait exécuter de nouveau cette machine par un bon ouvrier; elle a été terminée en 1785 pour S. A. R. Monseigneur le prince des Asturies. Voy. chap. XII, p. 101.

Le balancier fait six vibrations par seconde; ses pivots tournent entre six rouleaux; les points de son axe sont maintenus par deux diamants. Il a 13 lignes de diamètre et pèse 35 grains.

Le spiral est isochrone.

L'échappement est à vibrations libres, à *détente-ressort* et à *levier-ressort*.

La correction pour la température par un chassis composé de seize tringles, etc. Voy. la construction, nos 345—353; sa description, nos 354—367; ses dimensions, n° 368 : elle est représentée, pl. V, fig. 6, 7.

Deuxième Montre à Longitudes portative, plus simple.

ART. LXXIII. *Seconde Montre portative plus simple.*

Sa description, n° 369—376; est représentée, pl. III, figures 4 et 5.

ART. LXXIV. *Epreuves relatives à l'isochronisme du spiral*, etc.

Des épreuves relatives à l'isochronisme du spiral, et au mécanisme de compensation pour la température. Voy. nos 526—551.

Des épreuves servant à la formation de la table composée des

arcs et de la température pour les Horloges Marines. Voy. n°s 552–589.

Suite à la Mesure du temps, ou *Supplément, seconde partie.*

Des moyens de perfectionner les Montres de poche.

Des causes de variations des Montres de poche. Voy. n° 592—604.

ART. LXXV. *Principes de construction des Montres de poche.*

Principes de construction des Montres Astronomiques de poche, pour obtenir de ces machines la plus grande justesse, les épreuves, etc. n° 506—643.

De la compensation des effets du chaud et du froid dans les Montres de poche, n° 644—649.

ART. LXXVI. *Description de divers moyens de compensation pour les Montres de poche.*

Description de divers mécanismes de compensation aux Montres de poche, n° 650—670, représentés pl. III, fig. 5, 7, 8 et 9.

ART. LXXVII. *Montre Astronomique de poche à compensation exécutée en 1764.*

Montre Astronomique de poche à compensation, exécutée en 1764, n° 671—694.

Deuxième Montre Astronomique exécutée en 1766.

ART. LXXVIII. *Deuxième Montre Astronomique de poche, exécutée en 1766.*

Le balancier a quatre vibrations par seconde; les pivots roulent dans des rubis; la compensation de la température, etc. *Mesure du Temps*, n° 681.

ART. LXXIX. *Troisième Montre Astronomique plus parfaite et conforme aux principes et à la construction établie par l'auteur.*

Troisième Montre Astronomique de poche à trois cadrans, à compensation, etc. Voyez pl. III, fig. 6 et 7; sa description, n° 695—705.

Horloge Artronomique d'une construction fort simple.

ART. LXXX. *Horloge Astronomique fort simple & exacte.*

« L'exacte mesure du temps, par une Horloge Astronomique, est particulièrement fondée sur deux principes; 1°, celui de conserver constamment la même étendue dans les arcs décrits par le pendule; 2°, que la compensation des effets du chaud et du froid dans le pendule, soit parfaite et toujours la même : ces deux propriétés dans l'Horloge comprennent tout ce que l'on doit réunir, soit dans sa composition, soit dans son exécution. »

Digitized by Google

» Pour obtenir constamment des arcs de même étendue, cela dépend principalement de la grande perfection de la suspension du pendule, du peu de frottement de l'échappement, et l'état constant de ces frottemens, de la réduction des frottemens des engrenage et des pivots du rouage, etc.

On obtient la compensation pour la température par un pendule composé tel que celui à chassis, décrit dans l'*Essai sur l'Horlogerie*, et éprouvé sur le pyromètre. Voy. *Essai*, n°

Nous allons présenter ici le plan et la description d'une Horloge Astronomique dans laquelle on a rassemblé tous les moyens propres à obtenir la plus grande justesse. Cette Horloge, construite et exécutée en 1766, destinée pour M. le Chevalier de Fleurieu, a conservé depuis cette époque la même marche, et le pendule décrit toujours des arcs de même étendue avec la même force motrice.

Le rouage de cette Horloge est composé de deux platines et de quatre roues seulement, y compris celles d'échappement, les heures, les minutes et les secondes ont chacune leurs cadrans particuliers; et j'ai supprimé par-là les roues de cadratures. Les pignons nombrés de 20 dents sont fendus et arrondis sur l'outil, les roues arrondies de même à l'outil; ce qui a procuré d'excellens engrenages, et au moyen des pivots faits d'acier très-dur d'un petit diamètre et parfaitement tournés ronds, ont réduit les frottemens. Cette Horloge marche quinze jours sans être remontée et a un très-petit poids : cependant le pendule décrit des arcs de trois degrés.

Le pendule est composé de neuf tringles, qui, par les proportions et les épreuves faites à l'aide du pyromètre, forment la compensation exacte des effets de la température.

Le pendule est suspendu par deux lames de ressorts : cette suspension est disposée de manière à prévenir tout accident dans le transport de l'Horloge, etc. Voy. n° 706—709; la description de cette Horloge, n° 710—727.

Elle est représentée, pl. VIII, fig. 1, 2, 3, 4.

Horloge Astronomique, pendule composé à demi-secondes, première application de l'échappement à vibrations libres.

ART. LXXXI. *Horloge Astronomique, pendule à demi-seconde; première application de l'échappement à vibrations libres.*

Les grandes Horloges Astronomiques à pendule composé, battant les secondes, sont d'excellentes machines; mais lorsqu'elles doivent servir pour un Observateur qui voyage, elles deviennent embarrassantes, et elles sont exposées à divers accidens. J'ai donc

cherché le moyen d'obtenir la même justesse en employant un pendule plus court, celui à demi-seconde. Je pense que l'Horloge que je propose ici pourra suppléer celles dont le pendule bat les secondes.

J'ai appliqué à cette Horloge mon échappement à vibrations libres à détente (1) : les vibrations du pendule sont à demi-secondes : ainsi, par la nature de cet échappement, l'aiguille bat les secondes. Le rouage est disposé, sans cadrature, comme ceux de mes Horloges à Longitudes : les heures, les minutes et les secondes sont excentriques. Le rouage est composé de cinq roues, y compris celle d'échappement ; les dents des roues et des pignons sont faits à l'outil de même que dans mes Horloges Marines.

Le régulateur de cette nouvelle Horloge est formé par un pendule composé à chassis, exactement de la même construction que celui représenté, pl. XXVIII, de l'*Essai sur l'Horlogerie*.

La suspension de ce pendule est celle à couteau (2), etc. Voy. n° 728—730. Sa description, n° 731—742 et 743—775. Ces Horloges sont représentées, pl. IX et X.

Construction d'une petite Horloge Astronomique, pour servir à la mesure de la pesanteur, par diverses latitudes.

ART. LXXXII. *Horloge destinée à la Mesure de la pesanteur.*

Il seroit fort utile pour déterminer exactement l'effet de la *pesanteur* sous diverses latitudes, d'avoir une Horloge à pendule assez sûre pour fixer les quantités dont la pesanteur varie du pole à l'Equateur ; et il seroit également utile pour les Observateurs qu'une telle Horloge fût plus portative que celles qui sont placées dans les Observatoires : c'est pour concourir à cette vue que je vais proposer la construction d'une Horloge qui puisse réunir ces avantages.

(1) L'étendue des vibrations du pendule ne doivent pas excéder 4 degrés : nous observerons sur cela, que les figures qui représentent ici cet échappement, n'ont pas la proportion convenable pour cette étendue d'arcs ; mais cela a été rectifié dans l'exécution. Les roues d'échappement ont été représentées dans les figures, Pl. IX et X, d'un trop grand diamètre, et les cercles d'échappement d'un trop petit rayon. On en verra les proportions dans la Pl. V, du *Traité des Montres à Longitudes*, et dans la Pl. XI, de l'*Histoire de la Mesure du Temps*.

(2) J'ai observé, par expérience, que la suspension à couteau dans les courts pendules, est sujette à plusieurs défauts qui influent sur la justesse de l'Horloge ; car en réglant l'Horloge, le couteau se dérange dans sa rainure, et n'a pas une position fixe. Il vaut donc mieux se servir de celle à ressort, et c'est ce que j'ai fait depuis.

Digitized by Google

Pour remplir cet objet, il faut employer un court pendule qui fasse trois vibrations, etc. Voy. n° 816—833. Cette Horloge est représentée, pl. XI, fig. 1, 2, 3.

Moyen simple de compenser les effets de la température dans une Horloge à pendule. Voy. pl. XI, fig. 4, et la description, n° 834—836.

Instrumens et outils servant à l'exécution et aux épreuves des petites Horloges à Longitudes.

ART. LXXXIII. *Instrument à graduer les cadrans.* Instrument à diviser et graduer les cadrans limbes, etc. Voy. pl. VII, fig. 1; la description, n° 510—516.

ART. LXXXIV. *Instrument d'épreuves des Horloges.* Instrument servant à éprouver les Horloges et les Montres à Longitudes, pour l'isochronisme, et par les positions horizontales et inclinées, etc. Voy. pl. VII, fig. 2; sa description, n° 517—518.

ART. LXXXV. *Compas à mychromètre à double levier pour la mesure de l'épaisseur des lames de spiraux.* Compas à mychromètre à double levier, pour mesurer l'épaisseur des lames des ressorts-spiraux. Voy. pl. VII, fig. 4; sa description, n° 519—521.

ART. LXXXVI. *Outil à calibrer les lames des ressorts spiraux.* Outil à calibrer les lames des ressorts-spiraux. Voy. pl. VII, fig. 5; sa description, n° 522.

Grand spiral prêt à être trempé. Pl. VII, fig. 6; sa description, n° 523—525.

Traité des Montres à Longitudes.

Diverses expériences que j'ai faites depuis quelques temps, m'ont fait reconnoître deux défauts essentiels dans les Horloges à Longitudes à ressort, n° 1, pl. XXVII, etc., décrits dans l'ouvrage intitulé, *de la Mesure du Temps* ou *Supplément au Traité des Horloges Marines.*

La première, c'est que les vibrations des balanciers de ces Horloges sont trop promptes (six vibrations par seconde.)

Le second, c'est que les balanciers de ces machines sont trop grands et trop pesans, relativement à la nature de vibrations si promptes.

De cette combinaison dans le régulateur de ces machines, il en résulte une augmentation considérable dans les frottemens par la trop grande force nécessaire pour ces sortes de vibrations avec des balanciers trop grands et trop pesans; et ces frottemens sont tels

que les arcs de vibrations du balancier diminuent promptement, tant par la trop forte pression que les pivots éprouvent, que par la destruction de l'échappement.

Ce sont ces vices reconnus dans mes petits Horloges à vibrations promptes qui m'ont forcé d'en construire de nouvelles, dans lesquelles en diminuant le nombre des vibrations et le diamètre même des balanciers, j'ai pu réduire ces machines à un plus petit volume, ce qui les rend en même-temps plus commodes pour le transport et pour l'observateur même. Tel est l'objet du nouveau travail que je présente ici. Voy. n° 1—11.

Observations sur la réduction des frottemens et la nécessité de l'extrême perfection de la main d'œuvre dans les Montres à Longitudes.

Dans toute machine qui mesure le temps, la constante justesse de sa marche est fondée sur l'égalité des arcs décrits par le régulateur; et cette constante étendue des arcs est elle-même fondée sur la réduction des frottemens et sur leur uniformité; mais si ces conditions sont indispensables dans les machines ordinaires qui mesurent le temps, elles le deviennent infiniment plus dans les Horloges Marines, et sur-tout dans les Montres à Longitudes d'un petit volume. Dans celle-ci il faut réunir à une excellente composition et aux dimensions les plus convenables, la plus rigoureuse perfection dans l'exécution; car la justesse de la marche de ces petites machines est entièrement fondée sur la réduction des frottemens, et sur leur constante uniformité, n° 12 et 13.

Montre verticale, n° 46.

ART. LXXXVII. *Montre verticale & portative, n° 46, à balancier, fait quatre vibrations par seconde.*

La principale destination de cette Montre est de servir en mer pour donner la longitude du vaisseau, et c'est par cette raison que cette Montre est portée par une suspension; mais la suspension est tellement disposée, qu'au besoin on peut ôter la Montre de dessus la suspension et la porter dans sa poche, afin de faciliter les observations, soit dans le vaisseau, soit à terre: étant à terre, la montre peut être placée sur une table, etc. Voy. n° 14.

Sa construction, n° 15—22; sa description, n° 23—39; représentée pl. I, fig. 1, 2, 3, etc.

ART. LXXXVIII. *Construction dans l'échappement à vibrations libres.* Description de l'échappement à vibrations libres; détente mise en cage, la levée placée sur l'axe de la détente, n° 42—55. Voy. pl. I, fig. 4, 5, 6, etc.

Montre à Longitudes verticale portative, n° 47.

ART. LXXXIX. *Montre à Longitude verticale et portative*, n. 47. La montre, n° 47, est destinée à être portée verticalement, soit qu'elle soit dans le vaisseau ou transportée à terre; mais avec précaution et non dans le gousset, comme les Montres de poche. Voy. n° 93—98. Sa construction, n° 99—106 Sa description, 107—126. Ses dimensions, n° 127—137 et 138—180. Elle est représentée, pl. II, fig. 3, 4.

Petite Horloge horizontale à Longitudes, n° 48.

ART. XC. *Traité de la main-d'œuvre des petites Horloges ou Montres portatives.* Sa construction, n° 183—192. Sa description, n° 193—212. Sa suspension, n° 89—92; n° 48 est représentée, pl. II, fig. 5, 6.

Abrégé des opérations de main-d'œuvre pour l'exécution des petites Horloges à Longitudes, des épreuves, etc. Voy. chap. V, n° 221—723.

De la compensation par le balancier. Voy. n° 724—830. Les figures, pl. III, etc.

ART. XCI. *Pyromètre à lames composées.* Petit pyromètre à lames composées. Voy. pl. III, fig. 1. Sa description, n° 765—771.

ART. XCII. *Montre à Longitudes verticale & portative*, n° 50. Montre à longitudes portative, n° 50, à quatre vibrations par seconde; la compensation composée du balancier, complétée par le spiral, n° 772—830.

DESCRIPTION (1) DE DEUX HORLOGES ASTRONOMIQUES. Paris, 1792.

Proposition servant de principe fondamental pour la justesse d'une Montre Astronomique, pag. 1 et 2.

1° L'isochronisme des vibrations du pendule le plus certain est

(1) Cette *Description* en 16 pag. est placée dans le *Traité des Montres à Longitudes*, après le *Mémoire instructif*, etc.

celui

celui qui est fondé sur la constante égalité des arcs qu'il décrit.

2°, Le régulateur ou pendule doit avoir une grande puissance ou force de mouvement.

3°, Le pendule doit décrire des arcs qui ne soient pas au-dessus de deux degrés, ni au-dessous d'un degré.

4°, On doit employer pour la correction des effets du chaud et du froid un mécanisme dont l'action soit toujours le même.

5°, Les frottemens, tant du rouage que de l'échappement, doivent être réduits à la plus petite quantité possible, et de sorte qu'ils puissent être réputés constans.

6°, Pour conserver à l'Horloge une marche régulière, on doit maintenir dans tous les temps les arcs décrits par le pendule à une parfaite égalité par l'addition de petits poids ajoutés au moteur ou au contre-poids : mais nous observerons que si la machine est bien construite et exécutée, cette précaution ne sera pas nécessaire.

7°, Au défaut des poids et contre-poids dont nous venons de parler, on peut former une table des variations que l'Horloge éprouve, lorsque le pendule décrit de plus grands ou de plus petits arcs.

8°, On peut également former une table des variations que l'Horloge éprouve, et passant par divers degrés de température.

9°, Enfin, si l'on vouloit comparer la marche de l'Horloge avec les révolutions diurnes de la terre dans les deux époques de l'été et de l'hiver, il faudroit placer l'Horloge dans une boîte qui lui seroit destinée, afin que, dans ces deux circonstances, elle fût exposée à la même température : c'est de cette manière que j'ai disposé la première Horloge Astronomique, échappement à vibrations libres, dont je vais donner la description.

Description de l'Horloge Astronomique à échappement, à vibrations libres par un plan incliné. Voyez pl. IV, et sa description, page 7—10.

Remarque sur cet échappement.

J'ai exécuté l'échappement tel qu'il vient d'être décrit ; mais après diverses expériences qui m'ont prouvé qu'il éprouvoit des frottemens nuisibles, parce qu'il exige de l'huile, je me suis dé-

terminé à le supprimer tout-à fait, pour y substituer l'échappement à vibrations libres, à portion de cercle, représenté pl. V.

Depuis l'application que j'ai faite de l'échappement à vibrations libres à cercle, j'ai lieu de penser qu'il remplira parfaitement les vues qui m'ont dirigé dans sa composition; il n'exige pas d'huile, ensorte que son action sera constamment la même; aussi je vois que le pendule décrit toujours des ares de même étendue; et je suis certain que cet échappement ne trouble pas la nature des oscillations du pendule, qualité que l'on ne peut obtenir des échappemens à repos ni de ceux à reculement.

Suite des Montres Astronomiques à échappement libre.

Cette Horloge, la première de son espèce, fut commencée en 1789: l'échappement libre à plan incliné fut supprimé en 1790, pour y substituer celui à cercle, tel qu'il est représenté, pl. V. La fourchette qui correspond au pendule porte une tige d'acier trempé, dont le bout terminé en pivot porte un rouleau qui agit dans une fente faite à travers la tringle du milieu de la verge, et par conséquent agit le plus directement sur ce pendule, que par le rouleau représenté dans les figures en dehors de la verge; car ici cette action se trouve décomposée.

ART. XCIII. *Horloge Astronomique à échappement libre, executée en 1789.*

Le régulateur de cette Horloge est un pendule à chassis, battant les secondes par la nature de l'échappement libre; ce pendule fait deux vibrations pendant qu'il n'échappe qu'une dent. Ainsi l'aiguille de secondes fait un battement en deux secondes, et le cadran est divisé en trente parties.

Les dents des pignons et les dents des roues sont faites à coutil: ces pignons ont deux lignes et demie de diamètre, et sont de vingt dents; celui de la roue d'échappement en a quarante; ensorte que les engrenages sont sans frottemens, etc.

Cette Horloge, que j'ai conservée pour mon usage, a été démontée en 1798; depuis cette époque le pendule décrit constamment deux degrés et demi avec le même poids moteur.

ART. XCIV. *Essai sur les Poids & les Mesures.*

Essai sur les poids et les mesures, ou méthode simple de conserver les poids et les mesures actuellement en usage, etc. Paris, 1792.

Digitized by Google

SUITE DU TRAITÉ DES MONTRES A LONGITUDES.
Vol. in-4°. Paris, 1797.

Première Partie.

Principes, Observations, Epreuves des Montres à Longitudes portatives, etc.

La position naturelle des Montres à Longitudes portatives est *celle verticale*, n° 4.

Dans les petites Horloges destinées uniquement à la mer, la position doit être constamment horizontale, n° 6.

Du nombre de vibrations, le plus convenable à faire battre au balancier pour réduire les frottemens, etc. n° 7—17.

Construction du balancier portant la compensation, n° 18-42. Construction la plus simple de l'échappement à vibrations libres. Son exécution; ses propriétés, etc. n° 43—99, représenté, pl. II, suite fig. 8.

De l'exécution des ressorts-spiraux pour les Mon tre à longitudes dans la mer, n° 100—108. Méthode pour plier la lame en spiral, n° 109—128.

De la balance élastique servant à mesurer la force des ressorts spiraux, et calcul du poids des balanciers, etc. n° 129—142.

Epreuves des Montres. Voy. n° 143—164.

Second Partie.

Montre à Longitudes verticale et portative, n° 60.

ART. XCV. *Montres à Longitudes verticales & portatives*, n° 60.

Parmi les diverses Montres portatives que j'ai construites, celle qui porte le n° 60 est celle dans laquelle j'ai travaillé à réunir tout ce qui pouvoit la rendre plus parfaite, la plus commode et le plus portative. Cette Montre a assez bien rempli mon attente pour devoir en traiter avec les détails nécessaires, n° 235.

Ses Effets.

Dans la Montre n° 60, j'ai placé les secondes au centre, par ce moyen elles sont plus apparantes, le cadran ayant toute la grandeur du mouvement; cette disposition est très favorable pour l'Observateur, et d'autant plus que chaque seconde est marquée naturellement par un seul battement de l'aiguille.

Le cadran des heures et des minutes est excentrique et ren-

fermé entre le centre de la Montre et le dedans du cadran de secondes : j'ai donné le plus grand diamètre qu'il a été possible à ce cadran des minutes, afin que ses divisions soient aussi apparente pour être observées sûrement et facilement. Nous devons remarquer à ce sujet, qu'à cause de la grande vîtesse de l'aiguille de secondes, il vaut mieux qu'elle marque sur un grand cadran et les minutes sur le petit ; par ce moyen l'observateur ne peut jamais se tromper sur le nombre de secondes, car une fois qu'il les a comptés, il a le temps de voir sur celui des minutes à quelle minute ces secondes appartiennent.

Le balancier fait deux vibrations par secondes. Il porte la compensation des effets du chaud et du froid.

L'échappement est celui à vibrations libres, n° 236-240.

Pour réduire les frottemens des pivots du balancier à la plus petite quantité, ils tournent entre six rouleaux.

Destination de la Montre n° 60.

Cette Montre est particulièrement destinée pour servir en mer, placée sur une suspension ; mais elle est disposée de manière qu'au besoin on peut la porter sur soi pour aller à terre, ou sur le pont du vaisseau faire les observations relatives à la détermination de la longitude, etc. Pour cet effet la Montre se porte par un cordon attaché en sautoir autour du col et portant un porte-mousqueton ; la Montre se place dans le creux de l'estomac ; c'est de cette manière que je fais usage de la Montre n° 60, et sans qu'elle me cause aucune gêne : par ce moyen la Montre demeure toujours verticale, et elle éprouve moins d'agitation que par toute autre manière de la placer sur soi (1).

La Montre placée sur sa suspension et posée sur une table, ou sur une cheminée, sert d'Horloge Astronomique, n° 241.

Disposition des diverses parties de la Montre, et sa description, n° 242 — 271.

Ses dimensions, n° 272 — 278.

Représentée pl. II, fig. 1, 2, 3, 4.

Observation sur cette Montre, n° 60.

ART. XCVI. *Petite Horloge horizontale*, n° 63.

Petite Horloge Horizontale, n° 63, construite à dessein de donner la longitude pendant les plus longues traversées.

« Lorsqu'en 1775 je composai les grandes Horloges à poids,

(1) Depuis quelques temps, je porte ces sortes de Montres dans une poche de veste placée à la même hauteur que par le cordon.

n° XIV — XVIII, et XIX, etc, mon intention étoit que ces machines puissent servir à déterminer les longitudes dans les voyages de long cours, sans avoir besoin de vérifications intermédiaires ; ce que l'on devoit obtenir non-seulement par l'exacte mesure du temps donnée par ces machines, mais particulièrement par l'usage, par une Table qui annonçoit d'avance au Navigateur tous les changemens que l'Horloge pouvoit éprouver tant à raison des variations de la température, que de celle des frottemens et résistances des huiles. J'ai appelé *Table composée des Arcs et de la Température* cette Table ; son usage et sa formation ont été expliqués *Mesure du Temps*, ou *Supplément*, n° 14. Mais depuis, ayant été obligé de renoncer à la construction de si grandes Horloges, j'ai également abandonné l'usage de cette Table, qui pourroit cependant devenir très-utile aux Navigateurs. Enfin aujourd'hui je crois ne devoir mieux terminer cet Ouvrage, qu'en présentant de nouveaux moyens pour avoir une petite Horloge propre à suppléer les grandes Horloges à poids, n° 314.

Principes de construction de l'Horloge Horizontale, n° 315-319.

Du régulateur ; limites de sa puissance, n° 320 — 321.

De la réduction des frottemens, n° 322 — 329.

Effets et construction, n° 331 — 340.

Description de l'Horloge Horizontale, n° 63, n° 341 — 378.

Ses dimensions, n° 379 — 382.

Représentée pl. II, fig. 5, 6, 7.

Conclusion sur l'usage des Montres Verticales et des petites Horloges Horizontales dans la Navigation.

3°. Les Montres Verticales ne doivent être employées dans la navigation que comme secondaires.

4°. Que l'on ne doit considérer comme vraies Horloges à Longitudes, que celles dont la position est constamment horizontale et non portative. Voyez pag. 99.

Histoire de la Mesure du Temps.

ART. XCVII. *Instrument des passages & quart de cercle.*

La construction de l'instrument d'Astronomie de ma composition, qui sert à observer les passages du Soleil et des Astres au Méridien, et qui tient lieu en même temps de quart de cercle, ou instrument de hauteur.

ART. XCVIII. *Horloges Astronomique d'un an, échappement à vibrations libres.*

Cet instrument est représenté planche XIX de l'*Histoire de la Mesure du Temps*. Sa description, tome II, pag. 139.

Horloge Astronomique allant un an ; planche XXIII, fig. 6.

Sa description, tom. II, p. 157.

ART. XCIX. *Echappement à repos, la roue d'acier & les palettes en rubis.*

Echappement à repos; la roue d'acier trempé, et les palettes en rubis. Voy. tom. II, p 28.

Cet échappement a été employé, vers 1766, dans les Horloges Marines, nos 6, 7, 8 et 9 de l'Auteur.

Echappement à repos pour les Horloges à Pendule; la roue d'acier et les palettes en rubis. Tom. II, p. 159.

ART. C. *Suspension du pendule à ressort.*

La suspension à ressort est préférable à celle à couteau. Voyez sa construction, tom. II, pl. IX.

On peut parvenir à l'isochronisme des oscillations du pendule avec la suspension à ressort.

ART. CI. *Correction hors du pendule.*

Compensation dans une Horloge à demi-secondes, le pendule simple portant une lentille faite en cuivre, sans plomb, la correction hors du pendule.

Histoire de la Mesure du Temps, pl. XI, fig. 4 et 5, pag 84.

Supplément au Traité des Montres à Longitudes, vol. in-4°. Paris, 1807.

ART. CII. *Dimension & épreuves de la Montre portative* n° 50.

Explication abrégée de la Montre à Longitudes verticale et portative, n° 50, exécutée en 1791; ses dimensions et épreuves, chap. I, n° 1.

ART. CIII. *Horloge à Longitudes horizontale*, n° 73.

Construction de la petite Horloge Horizontale, n°. 73, destinée à déterminer les longitudes à la mer et à terre. Voy. ch. II, n° 15.

ART. CIV. *Horloge à pendule à demi-secondes, avec l'échappement libre, avec un nouveau pendule de correction.*

Montre à Longitudes verticale, n° 72. Voy. chap. III, p. 17, n° 63.

Construction et description de l'Horloge à pendule à demi-secondes, exécutée en 1792, avec l'échappement libre éprouvé, etc. Voy. ch. V, pag. 33.

ART. CV. *Addition. Construction de l'échappement libre appliqué à l'Horloge Astronomique, le rouage ayant seulement quatre roues.*

Addition.

Echappement libre, n° 141.

ART. CVI. *Des Montres Astronomiques de poche, Montres* n° 3 *exécutée en* 1806.

Chapitre IV. Des Montres Astronomiques de poche, p. 19.
Principes de construction et d'épreuve.
Extrait *De la Mesure du Temps.*
Montre Astronomique n° 3, exécutée en 1806.
Résultats, etc.

Digitized by Google

Echappement libre appliqué à l'Horloge d'un an. Voy. pl. du Supplément, fig. 5. Voy. n° 139.

ART. CVII. *Echappement libre appliqué à l'Horloge, l'arc de levée d'un degré.*

Pendule de compensation ayant trois verges sans employer de levier. Voy. pl. du Supplément, fig. 4.

ART. CVIII. *Pendule à compensation.*

Observations et réflexions sur l'invention des rubis percés, et l'emploi des diamants et autres pierres dures, pour diminuer le frottement des pivots, et autres parties essentielles dans les machines qui mesurent le temps.

Dans les ouvrages dont on vient de donner la Notice on a traité très en détail de toutes les parties de la main-d'œuvre pour les Horloges à pendule, à sonnerie, à répétition; les Horloges à longitudes et les Montres de poche : mais il reste une partie essentielle de main-d'œuvre, qui aujourd'hui commence à être employée par quelques Horlogers; c'est celle du travail de pierres fines employé particulièrement dans les Montres de poche. Nous rappellerons ici les motifs de l'Auteur vers 1786 (1), qui l'ont empêché d'en adopter l'usage.

« Je terminerai cette Notice en faisant observer, que dans la composition des Horloges et des Montres à Longitudes, décrites dans le *Traité des Horloges Marines*, et dans la *Mesure du Temps* ou *Supplément*, j'ai eu principalement en vue de construire ces machines de sorte que les Artistes qui voudront les imiter, puissent exécuter eux-mêmes en entier toutes les parties de ces machines, sans être forcés de recourir à des ouvriers étrangers. C'est par cette raison que je n'ai pas fait usage des rubis percés, quoique ce moyen soit très-bon. Mais nous n'avons en France aucun ouvrier de ce genre; cependant en me privant de ces moyens de perfection de main-d'œuvre, ces machines n'en sont pas moins exactes, leur justesse étant fondée sur la nature de leur composition, et sur les principes sur lesquels elle est fondée, etc ».

Depuis l'époque dont on parle ici, il s'est formé ou établi quelques Artistes livrés au travail des pierres précieuses, tant à Paris qu'à Genève. Mais ce qu'il y a de particulier, c'est que depuis l'année 1700, où ces procédés furent inventés, tous ceux qui se sont occupés de ces sortes de procédés, en ont fait constamment un mystère.

(1) Voyez l'ouvrage qui a pour titre *De la Mesure du Temps* ou *Supplément au Traité des Horloges Marines*, etc. Introduction, pag. vij.

De ce qui précède on peut conclure que depuis l'invention des rubis percés, et l'usage de diamants employés dans les Montres vers 1700, cet art a été transmis et exercé par des ouvriers qui se sont réservé leurssecrets, qu'ils ont successivement acheté ; et que cet art ne sera public, que lorsqu'un artiste mécanicien, jaloux de conserver l'art, s'étant instruit de tous les procédés, en fera part au public, en publiant les instrumens et outils de procéder, avec tous les détails nécessaires.

Quoi qu'il en soit, cet art a sur-tout été utile dans les Montres construites par Harrisson en 1760, dans celle d'Emery en 1780, et dans celles d'Arnold ; dans ces Montres tous les pivots de la Montre roulent dans des trous de pierre dure ; les parties de l'échappement, etc, s'exercent ou sur des diamants ou des rubis, et le succès de ces machines a répondu à la perfection de la main-d'œuvre employée à la réduction des frottemens.

L'art de percer, monter et travailler les rubis et les rendre propres pour servir à adoucir les frottemens des pivots.

L'utilité de ces moyens dans les Montres d'un petit volume, ne peut donc être révoquée en doute ; mais ce moyen même suppose une perfection d'exécution qui ne sera jamais à la portée que d'un petit nombre d'ouvriers doués d'une extrême patience et de beaucoup d'adresse, et sur-tout de l'amour de l'extrême précision; et on doit être certain que sans cette extrême perfection dans le travail des trous faits en rubis, leur application seroit plus nuisible qu'utile.

Conclusion sur cette Notice.

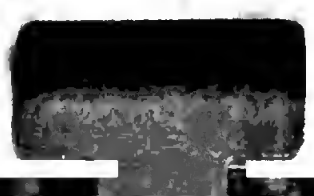
J'ai présenté dans cette Notice les principaux articles contenus dans mes Ouvrages ; articles que j'ai droit de réclamer comme m'appartenant ; et ce qui le prouve, c'est qu'on ne trouve aucun des articles de cette Notice qui ait été annoncé dans les Livres d'Horlogerie qui ont été publiés avant 1765, époque où j'ai publié l'*Essai sur l'Horlogerie ;* et depuis cet Ouvrage on n'en connoît aucun qui puisse rien réclamer de cette Notice. Je suis donc bien fondé à conclure que tous les articles qu'elle contient, bons ou mauvais, sont mon bien.

Si on trouve cette Notice un peu longue, on doit se rappeler que c'est le fruit d'un travail opiniâtre, et constamment suivi, et fait en France il y a eu soixante ans au mois de mai 1865.

Cette Notice pourra servir à connoître ce que les productions des Artistes à venir auront de nouveau.

FIN DE LA NOTICE.

679544



BIBLIOTECA